

আধুনিক অল্টারনেটিং কারেন্ট জেনারেটর

# বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

প্রণেতা

শ্রীশৈলজাপ্রসাদ দত্ত ; এল, এম, ই ।

মেক্যানিক্যাল ইলেকট্রিক্যাল ও অটোমবাইল ইঞ্জিনিয়ার,

Rector of the Indian Automobile Institute, Engineer of  
the Advance Auto Engineering Works and

Author of Several Technical  
Publications.

&

শ্রীসুনীল কুমার মিত্র ; বি, এস-সি ।

*Teacher of Science & Mathematics.*

Published by the Authors 181, Maniktala Street, Calcutta.

Printed by L M Bose, at the Kohinoor Printing works.

108, Amherst Street, Calcutta.

1828

[Price Rs. 3-8.]

[All Rights Reserved]

গ্রন্থকারের অপরাপর পুস্তক

## সচিত্র মোটর শিক্ষক ।

( বাঙ্গালা ভাষায়—৪র্থ সংস্করণ ) ৩৮৪ পৃষ্ঠা ২২৫ চিত্র সহ'।

মূল্য ২।০ টাকা, ডাকমামুল স্বতন্ত্র ।

ইহাতে মোটর গাড়ীর যাবতীয় জ্ঞাতব্য বিষয় সরলভাবে বর্ণিত হইয়াছে ।  
বাঙ্গালা ভাষায় ইহাই একমাত্র পুস্তক ।

## সচিত্র মোটর দর্পণ ।

( হিন্দী ভাষায় ও অক্ষরে ) মূল্য ১।।০, ডাকমামুল স্বতন্ত্র ।

ইহাতে মোটর গাড়ীর যাবতীয় জ্ঞাতব্য বিষয় সরল ভাবে বর্ণিত  
হইয়াছে । হিন্দী ভাষিদিগের শিক্ষার জন্য ইহাই একমাত্র পুস্তক ।

## সচিত্র বিজলী দর্পণ ।

বহুচিত্র সম্বলিত সরল হিন্দী ভাষায় ও অক্ষরে শীঘ্রই প্রকাশিত হইবে ।  
ইহাতে সকল প্রকার বৈদ্যুতিক যন্ত্রের বিষয় বর্ণিত হইয়াছে । হিন্দী-  
ভাষিদিগের পক্ষে ইহাই একমাত্র পুস্তক ।

---

## দি.আড্.ভান্স অটো ইঞ্জিনিয়ারিং ওয়ার্কস্ ।

৭৫, ৭৬ নং বেণ্টিঙ্ক স্ট্রীট, কলিকাতা ।

আমরা এখানে সুযোগ্য কর্মচারির দ্বারা সকল প্রকারের  
মোটর গাড়ী মেরামত করিয়া থাকি, প্রত্যেক গাড়ী আমাদের  
সুদক্ষ বিচক্ষণ ইঞ্জিনিয়ার স্বয়ং দেখিয়া দেন । প্রত্যেক মোটর  
গাড়ির মালিকের নিকট আমাদের সবিশেষ অনুরোধ যে  
তঁাহারা আমাদের কার্য্য পরীক্ষা করেন । যঁাহারা নূতন বা  
পুরাতন গাড়ী খরিদ বা বিক্রয় করিতে চাহেন তঁাহাদিগকে  
আমরা ঐ বিষয়ে সাহায্য করিতে পারি ।

---

# ভূমিকা ।

ভারতে বিদ্যাতের ব্যবহার ও কার্যাবলী কিছু নূতন অথবা বিশ্বায়ক বিষয় নহে । বিদ্যাৎ সম্বন্ধীয় বিজ্ঞান চর্চা পৌরাণিক কাল হইতেই ভারতের নিজস্ব ব্যাপার বলিয়াই প্রকাশ আছে । পৌরাণিক যুগে বৃত্তাস্ত্র সংহারের নিমিত্ত দ্বিচক্রী মূনির অস্থি ও চন্দ্রসার লব্ধ বুদ্ধি, বিদ্যা ও জ্ঞান লইয়া বজ্রের ব্যবহার করিতে ইন্দ্র প্রভৃতি সুরেরা শিক্ষা লাভ করিয়াছিলেন।

“এ জীর্ণ পঙ্কর অস্থি পঞ্চভূতে ছার  
না হ’য়ে অমরোদ্ধারে নিয়োজিত আজি ।”—‘হেমচন্দ্র’

রাম রাবণের যুদ্ধের সময়ও অশুরগণের মধ্যে রাবণের পুত্র মেঘনাদকে মেঘের আড়ালে থাকিয়া বিদ্যুতাস্ত্র ও আগ্নেয়াস্ত্র প্রভৃতি ব্যবহার করিতে শুন্য যায় । তখনও তাঁহারা বায়ুয়ান ( Aeroplane ) প্রভৃতি মোটর চালাইতেন । সূর্য্য ও সূর্য্যের অধস্থানীয় রাজারা চৌদ্দ ঘোটক যুক্ত রথ অর্থাৎ ১৪ হর্ষ পাওয়ার যুক্ত মোটরের ব্যবহার করিতেন । বর্তমানকালে দেখা যায় যে নুনাবিক ঐ চৌদ্দ হর্ষ-পাওয়ার মোটর গাড়ী সচরাচর সাধারণ কার্যের উপযোগী । ভারতবাসীরা চিরদিনই ইতিহাসকে অগ্রাহ্য করিয়া সমস্ত প্রকৃত তথ্য ও ঘটনাবলী রূপান্তর করিয়া কবির ভাষায় শ্রুতি মধুর করিয়া প্রকাশ করিতে প্রয়াসী ছিলেন । তাহাতেই আমাদের দেশের অনেক সত্য ঘটনা রূপান্তর হইয়া গল্পের মধ্যে পরিগণিত হইয়াছে । কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ঐ সকল সত্য ঘটনা গল্পের মধ্যে নিহিত থাকিয়াও কালের গতিকে সময়ে সময়ে প্রতিভাত হইয়া আমাদের চক্ষু ফুটাইয়া দিতেছে । ভগবানের ইহাই অবিচিন্ত লীলা ও খেলা, জগতে সময়ে সময়ে আকস্মিক দুর্ঘটনায় দেশ সকল উৎসন্ন হয় এবং তজ্জন্য অতীতের ঘটনাগুলি স্মৃতিতে পর্য্যবসিত হইয়া কেবলমাত্র আবছায়া হইয়া রূপ কথায় পরিণত হয় ও অজ্ঞানের সন্দেহ উৎপাদন করে ।

বিদ্যাৎ যে কি ব্যাপার তাহা বর্তমানকালে এখনও সম্যকরূপে পরিস্ফুট হয় নাই, তবে উহার দ্বারা যে মানবের অসংখ্য কার্য সাধিত হইতে পারে, এই কথা দিন যতই অগ্রসর হইতেছে ততই সম্যকরূপে পুনরায় উপলব্ধি

হইতেছে। বিদ্যাংতদের শিক্ষার বিস্তৃতি এইজন্য বিশেষ প্রয়োজন। আমাদের দেশে দেশীয় ভাষায় দুই একখানি পুস্তক এ সম্বন্ধে ইহার পূর্বেও প্রকাশিত হইয়াছে বটে কিন্তু এই বিদ্যার প্রভূত বিস্তারের জন্য এই পুস্তকখানি বহুল চিত্র সম্বলিত করিয়া এবং প্রয়োজন মত যে ভাষায় অল্প আয়াসে সকল শ্রেণীর লোক বেরূপে বুঝিতে পারেন সেইরূপ শব্দ ব্যবহার করিয়া পুস্তকখানি লিখিত বিষয়গুলিকে পাঠকগণের ও শিক্ষার্থিদিগের সহজে হৃদয়ঙ্গম হইবে বলিয়া সর্বাত্মক সন্মত করিবার চেষ্টা করা হইয়াছে। বিদ্যাংত সম্বন্ধীয় জ্ঞানের যান্ত্রিক আবশ্যকীয় বিষয় বর্তমান সময়োপযোগী করিয়া ইহাতে লিখিত হইল। এতদ্ব্যতীত যদি কোন বিষয় প্রয়োজনীয় বলিয়া কাহারও মনে হয় তবে গ্রন্থকারকে জানাইলে ভবিষ্যতে তাহার ব্যবস্থা করা যাইবে।

এই পুস্তকখানি প্রকাশ করিতে যে সকল সহৃদয় মহোদয় ও ব্যবসায়ীগণ সহায়তা করিয়াছেন তাঁহাদিগকে আমরা আন্তরিক কৃতজ্ঞতা জ্ঞাপন করিতেছি। তন্মধ্যে ডাক্তার শ্রীযুত একেজ্ঞানাথ ঘোষ এম-এ, এম-ডি (প্রাথমিক চিকিৎসা সাহায্য বিষয় লিখিবার নিমিত্ত), শ্রীযুত রবীন্দ্রনাথ দত্ত, এম-এ, বি-এল (বেতার বাস্তবপ্ৰেরণ বিষয় লিখিবার নিমিত্ত), ইন্টার-মিডিয়েট জেনারেল ইলেক্ট্রিক কোম্পানির ইঞ্জিনিয়ার শ্রীযুত মনোরঞ্জন ঘোষ ব্রহ্ম প্রভৃতি দ্বারা সাহায্য করিবার নিমিত্ত, ইণ্ডিয়ান অটোমবাইল ইনস্টিটিউটের ড্রইং শিক্ষক শ্রীযুত মানগোবিন্দ পাল (মিঞ্জের তত্ত্বাবধানে ঐ বিদ্যালয়ের ইঞ্জিনিয়ারিং ক্লাসের ছাত্রগণ দ্বারা এই পুস্তকের শতকরা ৯৫টি চিত্র অঙ্কনের নিমিত্ত), এবং মেসার্স সিংহ কোম্পানির নাম বিশেষ উল্লেখযোগ্য। দি ইণ্ডিয়ান অটোমবাইল ইনস্টিটিউটের সেক্রেটারী শ্রীযুত আশুতোষ শীল ঐ বিদ্যালয়ের লাইব্রেরী ব্যবহারের ও পুস্তক প্রকাশের সকল বিষয় সহায়তা করায় আমরা তাহার নিকট বিশেষ ঋণী।

স্বধী পাঠকবর্গের হস্তে এই পুস্তকের গুণাগুণ বিচারের ভার অর্পিত হইল। ইতি ৯

কলিকাতা।  
সন ১৩৩৫ সাল।

}

নিবেদক—

শ্রীশৈলজাপ্রসাদ দত্ত  
শ্রীসুশীলকুমার মিত্র।

## সূচীপত্র ।

প্রথম পরিচয়—(১—২৩ পৃষ্ঠা) । পূর্বাভাব—বিদ্যাতের পরিচয়, শক্তি, চুষক ও চুষকত্ব, স্বাভাবিক চুষক, কৃত্রিম চুষক, চুষকের ধর্ম, চুষক বলের নিয়ম, ভূ-চুষকত্ব, নাবিকের দিও, নির্ণয় যন্ত্র, অস্থিতিপ্রবণ স্থল চুষক ।

দ্বিতীয় পরিচয়—( ২৪—৪১ পৃষ্ঠা ) । ইণ্ডাক্সন বা সম্ভাবন, স্থায়ী ও ক্ষণিক চুষক ও রক্ষণ ক্ষমতা, হানিকর সম্ভাবন, মেরুখণ্ড—রক্ষক বা সংযোজক, চুষকত্বের অনুমান, বৈদ্যুতিক অনুমান, চুষক করণ পদ্ধতি, বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা চুষক করণ, চুষকত্ব নাশ, চুষককর ফল, চুষক বলরেখা ও রাজ্য, মেরুর বলরেখা সংখ্যা, কতিপয় চুষক রাজ্যের চিত্র ।

তৃতীয় পরিচয়—( ৪২—৫২ পৃষ্ঠা ) । সম্ভাবন দ্বারা লৌহের সন্নিহিত স্থানে বিপরীত মেরু স্বজন, চুষকীভবন প্রার্থা, রাজ্য তেজ, চুষক করণ বল ও চুষকীভবন, প্রেরণ ক্ষমতা ও ধারণ সামর্থ্য, চুষকী ভবন রেখা, প্রেরণ ক্ষমতার পরিবর্তন, চুষককরণ চক্র, পশ্চাদ্ভবন রেখা, চুষক নাশ, চুষক টান ।

চতুর্থ পরিচয়—( ৫৩—৬৩ পৃষ্ঠা ) । বিদ্যুৎ বা ইলেক্ট্রিসিটি, স্থানীয় বা ঘর্ষণজাত, বিদ্যুৎ করণ, পরিচালক, অপরিচালক, অর্ধচালক, আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ বলের নিয়ম, পোটেন্সিয়াল, গোল্ডলীফ ইলেক্ট্রোস্ট্যাট ।

পঞ্চম পরিচয়—( ৬৩—৭৭ পৃষ্ঠা ) । সম্ভাবন বা ইণ্ডাক্সন, মধ্যগের সম্ভাবনী ক্ষমতা, সম্ভাবন আকর্ষণের মূল, ধারণ ক্ষমতা, সঙ্কেচক বা কণ্ডেন্সার, বস্তুগত সম্ভাবনী ক্ষমতা, বৈদ্যুতিক অবরোধ ।

ষষ্ঠ পরিচয়—( ৭৮—৯৪ পৃষ্ঠা ) । বহুমান বিদ্যুৎ, সেল—পরমাণু—ই, এম, এক, রকম,—পরিচালক,—উত্তেজক, ডিপোলারাইজার, সেলের অনুমান, পোলারিজেসন, লোক্যাল এ্যাকমান ।

সপ্তম পরিচয়—( ৯৫—১০৮ পৃষ্ঠা ) । বাণ বা রেজিষ্ট্যান্স—নিয়ম, বস্তুগত বাধার তালিকা, বাধার উপর তাপের ফল, মিশ্র ধাতু, সারকুলার মিল, তারের গেজের তালিকা, তারের গেজ ।

অষ্টম পরিচয়—( ১০৯—১১৯ পৃষ্ঠা ) । বিদ্যুচ্চালক বল বা ই, এম, ইফ—পি, ডি, প্রবাহ, বাধার সংযোজন—সমান্তরাল, সারি, মিশ্র, স্থচাল সংযোগ ।

নবম পরিচয়—( ১২০—১৩৫ পৃষ্ঠা ) । প্রবাহের ফল—তাপ—রাসায়নিক, জলের ইলেক্ট্রোলিসিস, পরিমাণ সম্পর্কীয় নিয়ম, বিদ্যুৎ-রাসায়নিক সমবদলী, ইলেক্ট্রোম্যাটিক, ইলেক্ট্রোটাইপিং

দশম পরিচয়—( ১৩৬—১৫২ পৃষ্ঠা ) । প্রবাহের ফল,—চুষক—চুষকরাজ্য, ভাসমান ব্যাটারি, বৈদ্যুতিক চুষক, আম্পায়ারের চুষকত্বের অনুমান, প্রবাহের উপর

প্রবাহের বা চুষকের ফল, কম্পনশীল কয়েল, বাম হস্ত নিয়ম, বাল্বের চক্র, ভাসমান ব্যাটারি।

একাদশ পরিচয়—(১৫৩—১৬৬ পৃষ্ঠা)। সম্ভাবিত প্রবাহ, দক্ষিণ হস্ত নিয়ম, ফাঁসের মধ্যে সম্ভাবন, চুষক দ্বারা সম্ভাবন, প্রবাহবাহী কয়েল দ্বারা সম্ভাবন, স্বীয় সম্ভাবন, লেন্‌জেস-ল, এরাগোর চাক্তি, স্বীয় সম্ভাবন হীন কয়েল, ভূ-চুষক দ্বারা সম্ভাবন।

দ্বাদশ পরিচয়—(১৬৭—১৭৮ পৃষ্ঠা)। ইণ্ডাক্সান কয়েল—ভাইব্রেটিং, আইমারী কয়েল ও লোহখণ্ড, কণ্ডেন্সার, সেকেন্ডারী কয়েল, নন-ভাইব্রেটিং কয়েল, পরিবর্তক বা ট্রান্সফরমার, ম্যাগনেটো—রোটারী পোল, পোলার ইণ্ডাক্টর, শিভ ইণ্ডাক্টর।

ত্রয়োদশ পরিচয়—(১৭৯—১৯৬ পৃষ্ঠা)। উৎপাদক বা ডায়নামো, আদিম কার্যাবলী, রাজ্য চুষক, রাজ্যের সহিত ব্রাসের সম্বন্ধ, ভোল্টেজ পতন—আন্তরিক বাধায়,—আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া, সিরিজ সার্কট ও কম্পাউণ্ড ডায়নামো, ওভার কম্পাউণ্ড।

চতুর্দশ পরিচয়—(১৯৭—২১৫ পৃষ্ঠা)। রাজ্য চুষকের বিশেষ বিবরণ, চুষকের মেরু সংখ্যা, চুষকের মেরুখণ্ড, এডি-কারেন্ট—মেরুখণ্ড ও বাহ্যিক ল্যামিনেশান, ল্যামিনেটেড বাহ্যিক অস্থিবিধা, রাজ্য কয়েল, আর্মেচার।

পঞ্চদশ পরিচয়—(২১৬—২৩৩ পৃষ্ঠা)। আর্মেচারে তার জড়াইবার পদ্ধতি, সংযোজনের পিচ, ল্যাপ ও ওয়েভ গুণিত্তি, ড্রাম-আর্মেচার, আর্মেচার কয়েলের তার, ব্রাস, কমিউটেটার।

ষোড়শ পরিচয়—(২৩৪—২৫২ পৃষ্ঠা)। অগ্রতা ও অগ্নিশুল্লিঙ্গরদ, ডায়নামোর ই, এম, এক্‌ হিসাব, বহুমেরু যন্ত্র, ডায়নামোর পারকতার তালিকা, ডায়নামোর রোগ, ডায়নামোর মধ্যে সার্কট, ডায়নামো আর্মেচারের স্থান গতি পরিবর্তন পদ্ধতি, রোজেনবার্গ ডায়নামো, একভাব ভোল্টেজ ও অটোম্যাটিক সার্কট রেগুলেটার।

সপ্তদশ পরিচয়—(২৫৩—২৬৮ পৃষ্ঠা)। বৈদ্যুতিক গতি বা মোটর, বাক ই, এম, এক্‌, মোটর কর্তৃক সাধিত কার্যের পরিমাণ ও পারকতা, রকমারী মোটর, সার্কটমোটর—গতির হ্রাস বৃদ্ধি, স্টার্টার রেগুলেটার, নো-ভোল্ট কন্ট্রোল ও ওভার-লোড রিলীজ।

অষ্টাদশ পরিচয়—(২৬৯—২৮৮ পৃষ্ঠা)। সিরিজ ও সার্কট মোটরের তুলনা, মোটর আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া, অগ্নিশুল্লিঙ্গ রদের নিমিত্ত ব্রাসের পঞ্চাঙ্গ, মোটরের গতির দিক পরিবর্তন, রিসার্টিং এপারেটাস, ব্যাটারি চার্জিং হুইচ, স্টার্টার ও সার্কট রেগুলেটারে অগ্নিশুল্লিঙ্গ রদ, রকমারী, বৈদ্যুতিক ব্রেক, একাধিক ডায়নামোর একত্রে কার্য, অস্থিবিধা।

উনবিংশ পরিচয়—(২৮৯—৩১৩ পৃষ্ঠা)। সেকেন্ডারী বা স্টোরের সেল সেকেন্ডারী সেলের প্রণালী, পেটেড পাতের রাসায়নিক ক্রিয়া, আকুমুলেটর সংক্রান্ত জ্ঞাতব্য বিষয়, হাইড্রোমিটার, ব্যাটারির ক্ষমতা, অলটারনেট কারেন্ট দ্বারা ব্যাটারি

চার্জিং, ট্রান্সফর্মার, ব্যাটারি চার্জ করিবার পদ্ধতি, রিভার্সিবল্ হুইচ, মিনিমাম কাট্ আউট, ম্যাক্সিমাম্ কাট্ আউট।

বিংশ পরিচয়—( ৩১৪-৩৩৬ পৃষ্ঠা )। পরীক্ষক যন্ত্র—গ্যালভানোস্কোপ, গ্যালভানোমিটার—ট্যানজেন্ট,—স্ক্রইন—সাধারণ,—কেলুভিনের মিরার—কেলভিনের অধিক বাধা বিশিষ্ট, এন্ট্রাটিক—মুভিং বা ঘূর্ণনশীল কয়েল—ব্লিষ্টিক্, নাল্ প্রণালী, পোষ্ট অফিস বাস্ক প্রণালী, গুরুবাধা পরিমাপ ( ল্যাবরেটরী প্রণালী, লঘুবাধা পরিমাপ, এভারেসেডের মেগার, এভারেসেডের ডাক্টার, পোটেন্সিও মিটার, পোটেন্সিও মিটার দ্বারা বাধা পরিমাপ, প্রবাহ পরিমাপ।

একবিংশ পরিচয়—( ৩৩৭-৩৪৭ পৃষ্ঠা )। সওদাগরি পরিমাপক যন্ত্রাদি—আমমিটার, ভোল্ট মিটার, লিপিবদ্ধকারী আমমিটার ও ভোল্টমিটার, ওয়াটমিটার; লিপিবদ্ধকারী ওয়াটমিটার; বিভ্রাৎনাপক, ম্যাক্সিমাম ডিমাণ্ড ইণ্ডিকেটর, লোহ ঘূর্ণনশীল আমমিটার ও ভোল্টমিটার, ডায়নামোমিটার টাইপ আমমিটার ও ভোল্টমিটার, ওয়াট-মিটার, পরিমাপ বা শক্তিমাপক, ম্যাক্সিমাম ডিমাণ্ড ইণ্ডিকেটর।

দ্বাবিংশ পরিচয়—( ৩৪৮-৩৬২ পৃষ্ঠা )। ইলেক্ট্রিক বেল,—কন্টিনিউয়াস রিংজিং, পোলারাইজড বা মাগনেটো বেল, রীলে, ফায়ার এলার্ম বা থার্মোস্ট্যাট, কান্নার ইণ্ডিকেটর; বেলরিংজিং ট্রান্সফর্মার, টেলিগ্রাফ, সিঙ্কল নীডল, মস প্রণালী, মস প্রিন্টার, ডুপ্লেক্স টেলিগ্রাফি, ব্রিজ সিস্টেম, ডিফারেন্সাল প্রণালী টেলিগ্রাফের তার, টেলিগ্রাফ লাইনের দোষ, টেলিফোন, মাইক্রোফোন, টেলিফোনে ইন্ডাকসান কয়েলের কার্য, ডাকিবার প্রণালী; সেক্টাল কারেন্ট সিস্টেম, অনুশীলনী।

ত্রয়োবিংশ পরিচয়—( ৩৬৩-৩৭৫ পৃষ্ঠা )। তার খাটান, ক্লিট দ্বারা তার খাটান, রাণ্ডয়াল প্লাগ, ফিউজ, তার, তারের লাইন বিস্তার, সিলিং রোজ, হুইচ, প্লাগ, ফ্রেসেল তার।

চতুর্বিংশ পরিচয়—( ৩৭৬-৪০৮ পৃষ্ঠা )। বাতির বিশেষ ফিটিংস বা উপকরণ; আলোকরূপে বিভ্রাৎ শক্তিকে ব্যবহার; বিভিন্ন ফিটিংস, ফ্লাসার; ল্যাম্প বিবরণ জ্যোতব্য তালিকা, আর্ক ল্যাম্প, মারকারী ভেপার ল্যাম্প, বিভ্রাৎ প্রস্তুত উপকরণ, কেবল খাটান, তারের সংযোজনা, বিভিন্ন হুইচ, ফিউজ; পয়েন্টের তার খাটান, বিভিন্ন সংযোজনা, অয়রিংএর দোষ নির্ধারণ ও সংস্কার, লাইন পরীক্ষা, ইনহুলেসান পরীক্ষা, মেগার ব্যবহার পদ্ধতি।

পঞ্চবিংশ পরিচয়—( ৪০৯-৪২৬ পৃষ্ঠা )। ক্ষমতা উৎপাদক, বিভিন্ন অবলম্বন দ্বারা, সওদাগরি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ, দুইতার প্রণালী, কীডারে ভোল্টেজ পতন, তিন তার প্রণালী, স্টোরেজ ব্যাটারি প্রণালী, ডবল ডায়নামো প্রণালী তিন ব্রাসযুক্ত ডায়নামো প্রণালী, ডোব্রোলক্সি তিন তার প্রণালী, অকজিলিয়রী ডায়নামো প্রণালী, কম্পনসেটর প্রণালী, ডায়নামো-মোটর প্রণালী, মোটর-ডায়নামো-প্রণালী, ব্যালান্স কয়েল প্রণালী, বুটার।



**ষড়বিংশ পরিচয়—**(৪২৭—৪৬৪) পৃষ্ঠা)। অল্টারনেটিং কারেন্টস্, অল্টারনেটিং কারেন্টের সম্ভাবন গুণ, ট্রান্সফর্মার, ফেজ ডিফারেন্স, চোকাং কয়েল, অল্টার্নেটিং কারেন্টের প্রবাহ বেগ ও ভোল্টেজ পরিমাপ, ওয়াটমিটার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর, অল্টারনেটার, দুইটি অল্টারনেটার প্যারালাল সংযোগ ও সিক্রনাইজার, অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর, মোটর-জেনারেটার ও কনভার্টার, রোটারী কনভার্টার, কমিউটেটর মোটর, ইণ্ডাকশনমোটর,—দুই ফেজ, তিন ফেজ কারেন্ট ও মোটর, বহু ফেজ কারেন্ট সরবরাহ।

**সপ্তবিংশ পরিচয়—**(৪৬৫—৪৮৩ পৃষ্ঠা)। ইউনিট বা মান স্বরূপ এক এবং পরিমাপ, স্বতঃসিদ্ধ ইউনিট, দৈর্ঘ্য ত্রাহার তালিকা, ওজন ত্রাহার তালিকা, সময় মাপিবার প্রণালী, স্থান মাপিবার ‘একক’, আয়তন মাপেব ‘একক’, ধারাস্বকরণ তালিকা, বস্তুর অবস্থা-স্থিতি ও চলন, বেগ, গতি, গতিপরিবর্তন, ধাক্কা, বল, কাজ ক্ষমতা, শক্তি, কল, কলের পারকতা, ওজন, মাধ্যাকর্ষণ, গাঢ়তা, বিভিন্ন দ্রব্যের ঘনতা, আকর্ষণিক গুরুত্ব, চাপ, চাপমান, বায়ু চাপমান, বর্ষণ, কোএফিসিয়েন্ট অফ ফ্রিকশন, পিচ্ছিল পদার্থ, তাপ ও তপ্ততা, তপ্ততামান, তপ্ততা মাপের পদ্ধতি, তাপের একক, আপেক্ষিক তাপ, তাপধারণ ক্ষমতা, উত্তাপের উৎপত্তি স্থান, তাপের কল, বিস্ফারণ হারের তালিকা, ধাতুদিগের বিগলিত হারের উত্তাপাবস্থা, বয়েলিং পয়েন্ট, অবস্থা পরিবর্তনে আয়তন পরিবর্তন, অদৃশ্য তাপ, বায়বীয় পদার্থের বিস্ফারণ, বয়েলস্ ‘ল’, চার্লস ‘ল’, এ্যাভসোলিউট, জিরো, চাপ পরিবর্তন হার, সমতপ্ততাবস্থা, সমতাপাবস্থা, তাপবল বিজ্ঞান, বিস্ফারণে বায়বীয়ের কার্যসাধন, তাপের ধাতুয়াত বিধি, ক্রমগমন, প্রবাহন, প্রসারণ, ফ্লাস পয়েন্ট, জ্বালানী দ্রব্যের বা ইন্ধনের উত্তাপ পরিমাণ, ইন্ধনের উত্তাপ শক্তির তালিকা।

**অষ্টবিংশ পরিচয়—**(৪৮৪—৪৯৬ পৃষ্ঠা)। হর্ষ পাওয়ার হিসাবে ইন্ধনের পরিমাণ, প্রয়োজনীয় অঙ্ক কষিবার নির্দিষ্ট প্রণালী, ইঞ্জিনের ব্রেক হর্ষ পাওয়ার পরীক্ষা, বিভিন্ন উপায়ে হর্ষ পাওয়ার নির্দেশ, ছইটওয়ার্থ প্যাচের তালিকা, মেন্‌হেরসান ফরমুলা, স্মিথসোনিয়ান টেবল হইতে উদ্ধৃত কতিপয় ‘এককের’ পরিচয়।

**উনত্রিংশ পরিচয়—**(৪৯৭—৫০৪ পৃষ্ঠা)। বেতার ও বেতার বার্তা।

ক্রীটাল—সিঙ্গল ভালভ—টু ভালভ—থ্রি ভালভ—সেট।

নির্ঘণ্ট—(৫০৪—৫১২ পৃষ্ঠা)।

প্রাথমিক সাহায্য—(৫১০—৫৮০ পৃষ্ঠা)।

ইলেক্ট্রিক ইঞ্জিনিয়ারিং সিলাবাস ও সাক্ষেতিক বৈদ্যুতিক চিহ্ন—(৫৮০—৬০ পৃষ্ঠা)

## আহত ব্যক্তির প্রাথমিক ( চিকিৎসা ) সাহায্য ।

যদিও বৈদ্যাতিক যন্ত্রাদি চালাইতে হইলে কোন বিপদজনক কৰ্ম করিতে হয় না। তথাপি মোটর, ডায়নামো বা উহার চালক ইঞ্জিন প্রভৃতি চালাইবার সময় নানা প্রকার দুর্ঘটনা ঘটিয়া থাকে। সেই জন্ত ঐরূপ দুর্ঘটনায় সাময়িক চিকিৎসা সম্বন্ধীয় সাহায্য বিশেষ আবশ্যকীয় এবং সে সম্বন্ধে কিছু জানা প্রয়োজন। সাময়িক চিকিৎসা দ্বারা অনেক সময় বহু বিপদ হইতে রক্ষা পাওয়া যায়। এইজন্য যাহারা বৈদ্যাতিক যন্ত্রাদি বা ঐ সম্পর্কীয় যন্ত্রাদি ব্যবহার করেন তাঁহাদের জন্ত নিম্নলিখিত বিষয়টি লিপিত হইল।

**আকস্মিক অবসাদ (Shock) :—** যখন আঘাত বা মানসিক দুর্বলতা বা নিশ্চেষ্টে দেহ অবসন্ন হইয়া পড়িলে তাহাকে অবসাদ বলা হয়। ইহাতে দেহের তাপ কমিয়া গিয়া হাত পা ঠাণ্ডা হইয়া যায়; নাড়ী দ্রুত ও দুর্বল হইয়া শ্বাস্তর জ্বর বহিতে থাকে, স্পন্দনগুলি ঠিক নিয়মিত ভাবে পড়ে না। সমস্ত দেহে বিন্দু বিন্দু ঘাম দেখা দেয়; নিশ্বাস প্রশ্বাস অসমান, ভাবে বহিতে থাকে, জ্ঞান থাকিলেও জড়তার আচ্ছন্ন থাকে, এবং প্রায় নিঃশব্দ হইয়া পড়ে। এই অবস্থায় লক্ষ্য করা আবশ্যক যে দেহের ভিতর কোনও রক্তস্রাব হইতেছে কিনা এবং সেইজন্য কোন চিকিৎসককে দেখান কর্তব্য।

এই অবস্থায় রোগীর মাথা নীচু করিয়া রাখিবে। তাহাকে গরম কাপড়ে (যেমন কম্বল) জড়াইয়া রাখিবে। কাপড় গরম করিয়া হাত ও পায়ে সেক দিবে (হারিকেন বা লঠনের মাথায় বেশ ছোট ছোট কম্বলের টুকরা গরম করা যায়)। কড়া রূপে তৈয়ার করিয়া কফি গরম গরম খাওয়াইবে। ২০।৩০ মিনিট অন্তর ২০।৩০ ফোটা করিয়া "স্পিরিট্‌ এমন্‌ এরোমাট্‌" (Spirit Ammon Aromat) খাওয়াইবে, যদি কোন রক্তস্রাব না হয় (দেহের ভিতরের রক্তস্রাব বাহির হইতে দেখা যায় না, রোগীর নাড়ী ও অন্ত্রান্ত্র দেহের লক্ষণ দেখিয়া বুঝিতে পারা যায়) তাহা হইলে চামের চামচের এক চামচ বা কিছু অধিক ব্রান্ডি (Brandy) দেওয়া যাইতে পারে, তবে ব্রান্ডি না দেওয়াই ভাল। 'স্মেলিং সল্টের' (Smelling Salt) ভ্রাণে বেশ ফল হয়। 'অক্সিজেন' (oxygen) বায়ুর নিশ্বাস গ্রহণ প্রয়োজন হইতে পারে। যদি নিশ্বাস প্রশ্বাস অতি ধীরে ধীরে বহিতে থাকে অথবা একেবারে বন্ধ হইয়া যায় তাহা হইলে কৃত্রিম নিশ্বাস প্রদান লওয়াইবার ব্যবস্থা করা আবশ্যক। ইতি মধ্যে চিকিৎসককে খবর দেওয়াও দরকার।

**অস্থিভগ্ন (Fracture) :—** দেহের যে কোন অস্থি ভাঙিয়া যাইতে পারে। অস্থি ভগ্নের প্রধান লক্ষণ যে অঙ্গটির সচলতা সাধারণ ভাবে অপেক্ষা অনেক বেশী হইয়াছে (ইহা অঙ্গ পার্শ্বের অঙ্গের সহিত তুলনায় বেশ বুঝিতে পারা যায়) এবং তৎসঙ্গে খুব যন্ত্রনা হয় (আবার কোন কোন সময় যন্ত্রনা থাকে না) ; ঐ অস্থিখানা নাড়িলে কড় কড় শব্দ শুনিতে পাওয়া যায়। অস্থিভগ্ন সন্দেহ হইলেও তাহাকে অস্থিভগ্ন ধরিয়া চিকিৎসা করা আবশ্যক। কারণ যদি অস্থিভগ্নের নিয়মমত চিকিৎসা না হয়, লোকটা জন্মের মত বিকলাঙ্গ এবং অকর্মণ্য হইয়া যাইতে পারে। আহত অঙ্গটিকে অতি

ধীরে ও সতর্কতার সহিত নড়াইতে হইবে, এবং লোকটিকে কোনরূপে নড়িতে দিবে না। চিকিৎসক ডাকাইয়া তাহার শ্বাসনোবন্ত করা দরকার। নিকটে চিকিৎসক পাইবার সম্ভাবনা না থাকিলে অঙ্গটি স্বাভাবিকভাবে রাখিয়া ২৩ খানা 'বার' (অভাবে বাঁধার) বা ঐরূপ কাঠের টুকরা দিয়া বাঁধিয়া আহত ব্যক্তিকে স্থানান্তরিত করিবে। ভিন্ন ভিন্ন অস্থিভগ্নের চিকিৎসার জন্ত ভিন্ন প্রকারের কাঠফলক (বার) ব্যবহৃত হয়। সচরাচর ইঞ্জিন ষ্টার্ট করিবার (ইঞ্জিনে কোন কোন সময় ইঞ্জিনানের অগ্রতা হইলে) বিপরীত দিকে ঘুরিয়া যাওয়ায় ষ্টার্টকারির হস্তের কজিতে গুরুতর আঘাত লাগিতে পারে (এইরূপ ইঞ্জিনের বিপরীত ঘূর্ণন গতিকে চলিত ভাষায় "বাক দেওয়া" বলে)। অস্থি ভাঙ্গিয়া গেলে উহাকে বান্স দ্বারা বাঁধা আবশ্যক। নিকটে চিকিৎসক না থাকিলে হস্তের পশ্চাতে ও সম্মুখে দুইখানি বার বা কাঠের টুকরা দিয়া হস্তটি একটু টানিয়া সমান করিয়া বাঁধিয়া দেওয়া আবশ্যক। পরে ভাল করিয়া কাঠ ফলক দিয়া বাঁধিয়া দিবে।

সন্ধি ভগ্ন বা সন্ধিস্থলে অস্থির স্থানচ্যুতি (Dislocation) :— ইহার প্রধান লক্ষণ যে স্বাভাবিক গমনতার হ্রাস হইয়া যায় ও তাহার উপর যন্ত্রণা; সন্ধি ফুলিয়া উঠার অঙ্গের স্বাভাবিক অবস্থা (অঙ্গদিকের সহিত তুলনায়) থাকে না, অঙ্গ অঙ্গের সহিত তুলনায় মাপের পরিবর্তন হয়। চিকিৎসক ব্যতীত অপর কাহারও অস্থিভগ্নের চিকিৎসা করা উচিত নহে, কারণ এই কার্য তত সহজ নহে।

সন্ধির মোচড় (Tortion) :—কোন সন্ধি পাকাইয়া বা মচকাইয়া যাইতে পারে। সন্ধির চারিদিকে যে হুতার মতন বন্ধনী থাকে, তাহাদের কতকগুলি ছিড়িয়া যাইতেও পারে। এমন কি চারিদিকের পেশী বা পেশীরজ্জু আহত হইতে পারে। মোটর ষ্টার্টে ইঞ্জিন পশ্চাদিকে চালিত হইয়া সন্ধি মচকাইয়া যাইতে পারে। কোন অঙ্গ মচকাইয়া যাইতে পারে। কোন অঙ্গ মচকাইয়া গেলে তাহাকে একবারে নির্মূল করিয়া রাখা প্রয়োজন। কাঠ ফলক দিয়া অথবা ব্যাণ্ডেজ দিয়া তাহাকে বাঁধিয়া রাখিতে হইবে। বরফ জল অথবা ঠাণ্ডাজলের পটি অথবা গরমজলের সেক দিবে। সঙ্গে সঙ্গে স্পিরিটে কাপড় ভিজাইয়া তাহা ঐ স্থানের চারিদিকে জড়াইয়া রাখিলে বেশ উপকার হয়। হঠাৎ কোন পেশীর প্রবল চালনা দ্বারা পেশী বা রজ্জু আহত হইতে পারে, এমন কি একেবারে ছিড়িয়া যাইতেও পারে। ইহাতে অতিশয় যন্ত্রনা হয়, অঙ্গটি নিশ্চল ভাবে ব্যাণ্ডেজ করিয়া রাখা আবশ্যক, পরে উপযুক্ত চিকিৎসা প্রয়োজন।

দাহ (Burn and scald) :—কোনরূপ উত্তাপে অথবা অতিরিক্ত উত্তপ্ত জলের দ্বারা দেহ পুড়িয়া যাইতে পারে। দাহের পরিমাণ অনুসারে তাহার লক্ষণ সমূহ দেখা দেয়। দাহ ৩০ প্রকারের। প্রথম প্রকারের দাহতে চর্ম লাল হয়, এবং কিছু পরে কোঁকা পড়ে, ইহাতে অতিশয় জ্বালা হয়। দ্বিতীয় প্রকার দাহতে চর্ম এবং ইহার নিম্নস্থ মাংস নষ্ট হয়। দেহের অনেকটা স্থল পুড়িয়া গেলে অথবা মাংস পুড়িয়া-নষ্ট হইয়া গেলে প্রাণের বিশেষ আশঙ্কা থাকে। অঙ্গহান পুড়িয়া গেলে, এবং যদি তাহা প্রথম প্রকারের দাহ হয়, সেক্ষেত্রে স্পিরিটে ডুবাইয়া রাখিলে অথবা স্পিরিটে

ভিজান পটি দিয়া বাধিয়া রাখিলে খালা কমিয়া যায় এবং ফোন্দা ও পড়িতে পারে। বেশী স্থান পুড়িয়া গেলে নারিকেল তৈল এবং চুনের জলে মিশাইয়া তাহাতে কাপড় ভিজাইয়া দক্ষ স্থানের চারিদিকে জড়াইয়া দিবে। বাকী চিকিৎসা চিকিৎসকের দ্বারা করান ভাল। পুড়িয়া যাইবামাত্র সোডি-বাইকার্ব (Sodi bicarb.) জলে গুলিয়া দক্ষস্থানে লাগাইয়া দিলে সঙ্গে সঙ্গে খালা কমিয়া যায়।

ক্ষত(wound) :—মোটরের কাজ করিতে প্রায় হস্ত ও পদে আঁচড় লাগিতে পারে অথবা কাটিয়া যাইতে পারে। এস্থলে যা একটু পরিষ্কার করিয়া তাহাতে ‘টিন্চার বেনজোইন কোঃ’ (Tinch Benjoin Compound) কাপড়ের দ্বারা বিধান তুলা ভিজাইয়া তাহা ক্ষত স্থানের উপর লাগাইয়া দিবে। ‘হাইড্রোজেন পারঅক্সাইড’ (Hydrogen peroxide) দিয়া যা আগে ধুইয়া লইলে আরও ভাল হয়। অধিক পরিমাণে ক্ষত হইলে ক্ষত স্থান ভাল করিয়া ধুইয়া ফেলিয়া ‘বোরিক তুলা’ গরম জলে ভিজাইয়া এবং নিংড়াইয়া ফেলিয়া উহার দ্বারা ক্ষত স্থান বাধিয়া দিবে। পরে ঐ যা ধোয়া কোন চিকিৎসকের তত্ত্বাবধানে করাই ভাল। রাস্তায় ক্ষত হইলে “এ্যান্টি টেটানিক সিরাম ইন্জেকশান” (Anti-tetanic Serum Injection) দেওয়া উচিত।

কৃত্রিম উপায়ে নিশ্বাস প্রস্থাস কারণ (Artificial respiration) :—  
হঠাৎ তাড়িত প্রবাহ দেহের ভিতর দিয়া গমন করিলে অথবা জলে ডুবিয়া গেলে শ্বাস বন্ধ হইয়া যাইতে পারে। এস্থলে: ঐ ব্যক্তিকে কৃত্রিম উপায়ে শ্বাস প্রস্থাস করান আবশ্যক। জলে ডুবিয়া গেলে একটি পিপার উপর গড়াইয়া নাক মুখ হইতে জল বাহির করিয়া দেওয়া উচিত, তৎপরে ফাঁকা জায়গায় লইয়া গিয়া শ্বাস প্রস্থাস করাইবে। মুখের ভিতর যদি কিছু থাকে (যেমন পান বা কৃত্রিম দস্ত) তাহা বাহির করিয়া ফেলা উচিত। রোগীকে উপুড় করিয়া শোয়াইয়া মুখ একদিকে ফিরাইয়া দিতে হইবে; হাত দুইটি লম্বা করিয়া সম্মুখের দিকে বাড়াইয়া দিবে ও একজন জিহ্বাটি টানিয়া ধরিবে। এক্ষণে রোগীর উরুদেশের দুই পার্শ্বে দুই হাঁটু রাখিয়া তাহার উপর উবু হইয়া বসিবে এবং অঙ্গুলিগুলি নিম্নস্থ পীজরার উপর বিছাইয়া রাখিবে। বাহ্যিক সিধা রাখিয়া ও অঙ্গুলিগুলি সম্মুখের দিকে দিয়া ধীরে ধীরে হাঁটুর উপর ভর দিয়া উঠিয়া সমুদয় দেহের ভার রোগীর উপর দিবে এবং ২০ সেকেন্ড এইরূপ করিয়া পুনরায় ভার ছাড়িয়া দিয়া পূর্বের মতন বসিবে। মিনিটে ১২১৫ বার এইরূপ করিতে থাকিবে। যতক্ষণ না আপনি নিশ্বাস প্রস্থাস বহিতে থাকে ততক্ষণ এইরূপ করিতে হইবে। অনেক সময় ২০ ঘণ্টা কৃত্রিম নিশ্বাস প্রস্থাস করান’র পর আপনি শ্বাস বহিতে থাকে, তাহার পর হস্ত ও পদ রগড়াই গরম করিতে হইবে, সর্বদা হৃদয়ের দিকে হস্ত ও পদ ঘসিতে থাকিবে। জ্ঞান হইলে কঁক ও চা খাইতে দিবে অথবা “স্পিরিট এমন্ এরোম্যাট (Spirit Amon Aromat) চায়ের চামচের অর্ধ চামচ একটু জলে মিশাইয়া খাওইয়া দিবে। ইতি মধ্যে একজন হৃদয় চিকিৎসককে সংবাদ দেওয়া প্রয়োজন। বৈদ্যাতিক কারখানায় এই সকল জব্যগুলি রাখা কর্তব্য—টিন্চার অফ আইওডিন (Tinch Iodine) টিন্চার বেনজোইন কোঃ (Tinch Benzoin compound) কার্বলিক এ্যাসিড (Carbolic

Acid) হাইড্রোজেন পার অক্সাইড (Hydrogen Per oxide) হাইড্রার্জ বিন আইও  
 ডাইড (Hydrarg Bin iodide Tabloid) বোরিক তুলা (Boric cotton)  
 গজ (Gauge) ব্যাণ্ডেজ কাপড় (Bandage cloth) তিন ইঞ্চি চওড়া  
 টুইঞ্চি পুরু এবং এক ফুট লম্বা ৫৬ খানি কাঠের বার বা পাটি। একটি মেঝার গ্লাস  
 (মাপক পাত্র একটি এক আউন্স গ্লাস।

বলকারক ঔষধ হিসাবে—

স্পিরিট্‌ এমন্‌ এরোম্যাট্‌ ২ আউন্স, ভাইনাম্‌ গ্যালিসাই ২ আউন্স

## দি ইণ্ডিয়ান অটোমবাইল ইনস্টিটিউট্‌।

৭৩, ৭৬ নং বেন্টিঙ্ক স্ট্রীট, কলিকাতা।

এই স্থানে ছাত্রদিগের মোটরগাড়ী সম্বন্ধে শিক্ষা দিবার  
 জন্য সুবন্দোবস্ত করা হইয়াছে। যাহারা মোটর গাড়ীর  
 কল কজ্জা ভালরূপ শিক্ষা করিয়া গাড়ীর রক্ষণাবেক্ষণ ও  
 পরিচালনা করিতে ইচ্ছা করেন এই স্থান তাঁহাদিগের জন্য  
 বিশেষ উপযোগী। মিঃ এস্‌, পিঃ, দত্ত, এল, এম্‌, ই মহাশয়  
 স্বয়ং ছাত্রদিগের শিক্ষার তত্ত্বাবধান করেন। এই ইনস্টিটিউটে  
 মেকানিক্যাল ও ইলেক্ট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিংও শিক্ষা দেওয়া  
 হয়। বিশেষ বিবরণের জন্য সেক্রেটারীর নিকট /০ এক  
 আনার ডাক টিকিট সহ আবেদন করুন।

## ইলেকট্রিক ইঞ্জিনিয়ারিং সিলাবাস ।

ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষা করিতে হইলে শিক্ষার্থীর নিম্নলিখিত সিলাবাস মত জ্ঞানার্জন করা প্রয়োজন। দি ইঞ্জিয়ান অটোমবাইল ইন্সটিটিউটের ছাত্রদিগকে এই মত শিক্ষা দেওয়া হয়।

- ১। বিদ্যুৎ সম্বন্ধীয় প্রাথমিক জ্ঞান।
- ২। চুম্বক সম্বন্ধীয় প্রাথমিক জ্ঞান।
- ৩। চুম্বক ও বিদ্যুতের সম্বন্ধ।
- ৪। বৈদ্যুতিক বিষয়ক কল কজা প্রস্তুত ও তাহাদের চিত্র অঙ্কন।
- ৫। বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি প্রস্তুতের সামগ্রী সকল ও ব্যবহার।
- ৬। প্রাথমিক গতি প্রদায়ক গতিদ (মোটর)এর অঙ্কন ও ব্যবহার।
- ৭। বৈদ্যুতিক ইউনিট ও হিসাব সমূহের জ্ঞান।
- ৮। কলকজা সমূহের হিসাব সংক্রান্ত অঙ্ক শাস্ত্র।
- ৯। পরিমাপক যন্ত্রাদির অঙ্কন, ব্যবহার ও হিসাব।
- ১০। চলনশীল কলকজার অংশ সকলের ব্যবহার ও যন্ত্র।
- ১১। বৈদ্যুতিক যন্ত্র সকলের রোগ বিচার ও চিকিৎসা।
- ১২। আবশ্যিকায়ন্ত্রী কলকজা বসাইবার হিসাব করিবার জ্ঞান।
- ১৩। কারখানার কলকজা প্রস্তুত ও মেরামতের জ্ঞান।
- ১৪। ব্যাটারি ও তাহাদের ব্যবহার ও যন্ত্র।
- ১৫। বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহের উপাদান বিষয়ক জ্ঞান।
- ১৬। গৃহে বা ঐরূপ কোন স্থানে তার খাটান ও খরচ হিসাব।
- ১৭। বিদ্যুৎ সংক্রান্ত আইন।

# কতিপয় বৈদ্যুতিক ও বেতার সাঙ্কেতিক চিহ্ন

১		১১		২০	
২		১২		২১	
৩		১৩		২২	
৪		১৪		২৩	
৫		১৫		২৪	
৬		১৬		২৫	
৭		১৭		২৬	
৮		১৮		২৭	
৯		১৯		২৮	
১০		২০		২৯	

১ গ্যেট। ২ কনভার্টার। ৩ অলটার্ণেটর। ৪ D. C. মোটর। ৫ D. C. ডায়নামো। ৬ রেডিও ভালুট। ৭ মাইক্রোফোন। ৮ হেডফোন। ৯ ভেরিগুমিটার। ১০ ভেরিয়েবল ইণ্ডাকট্যান্স। ১১ সেল। ১২ সুইচ। ১৩ এরিয়াল। ১৪ আর্থ কানেকশান। ১৫ T জয়েন্ট। ১৬ ক্রস জয়েন্ট। ১৭ লুপিং বা বিলিং। ১৮ ভেরিয়েবল কন্ডেনসার। ১৯ ক্রিস্টাল। ২০ কন্ডেনসার। ২১ ব্যাটারি। ২২ পোটেন্সিও মিটার। ২৩ ভেরিয়েবল ইণ্ডাকট্যান্স। ২৪ ট্রান্সফর্মার। ২৫ ইণ্ডাকশান কয়েল। ২৬-১ গ্রিড-লক। ২৬-২ বাজার। ২৭ চোকাং কয়েল। ২৮-১ ইণ্ডাকটভ ওয়াইন্ডিং। ২৮-২ নন ইণ্ডাকটভ ওয়াইন্ডিং।

# বিদ্যা-তত্ত্ব শিক্ষক ।

## প্রথম পরিচয় ।

### পূর্বাভাস ।

বিদ্যা-তত্ত্ব লিখিতে বসিয়াছি বটে কিন্তু প্রকৃতপক্ষে বিদ্যা যৈ  
কি তাহা এখন পর্য্যন্তও ঠিক হয় নাই, কিন্তু ইহার কার্য-কলাপ  
আজ পর্য্যন্ত বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক ও কুট-নিরীক্ষণকারিগণের, দৃষ্টিতে  
একটা নিয়মিত ক্রম হিসাবে হয় বলিয়া স্বীকৃত হইয়াছে এবং বড়ই  
দিন বাইতেছে ততই ইহার ব্যবহার বৃদ্ধির সহিত অল্পসঙ্কিৎস্থ ব্যক্তি-  
গণ দ্বারা ইহার ক্রিয়া কলাপের দ্বারা নিরীক্ষিত হইতেছে। বিভিন্ন  
নিরীক্ষকের নিরীক্ষণ ইহার কার্যপ্রণালীকে এমন একটা বস্তুত্ব  
পরিণত করিয়াছে যে ইহার বিষয় বিশেষ চিন্তা না করিলেও মনে হয়  
যে আর ইহার কার্যকরী নিয়ম বা ধারার বিষয় কিছু ভাবিবার নাই।  
ইহার দ্বারা কি কি কার্য করান যায় তাহার দিকে লক্ষ্য রাখা  
এবং বিদ্যা সম্বন্ধে আমাদের কয়েকটি প্রকৃত পরিচয় বলিয়া রাখা  
প্রয়োজন ।



(ক) বিদ্যুৎ ও চুম্বক এই দুইয়ের মধ্যে পার্থক্য বিশেষ নাই, ইহারা একই প্রকারের বললেও চলে। (খ) বিদ্যুৎ সম্বন্ধে যাহা কিছু আছে তাহা অল্পসন্ধান করিয়া বাহির করা হইতেছে মাত্র, উহাতে আবিষ্কার করিবাব কিছুই নাই। ইহার দ্বারা বিভিন্ন কাৰ্য্য করিবার প্রণালী আবিষ্কৃত হইয়াছে ও হইতেছে। (গ) পৃথিবী নিজেই একটি চুম্বক। চুম্বক ও বিদ্যুতের মধ্যে ঘনিষ্ঠ সম্বন্ধ থাকে যেহেতু চুম্বক সিস্থক্ষেও আনন্দেব বিশেষ জ্ঞান থাকে প্রয়োজন।

পৰ্য্যাকারে গ্রীক দার্শনিকেরা অবগত ছিলেন যে আশ্বাব নামক পদার্থকে ঘষণ করিয়া ছোট ছোট পদার্থের নিকট রাখা গেলে উহা তাহাদিগকে আকর্ষণ করিতে সমর্থ হইত। সেই আকর্ষণ জিয়া হইতেই তৈলেকট্রিক বা ইলেকট্রিসিটি নামের উৎপত্তি হইয়াছে। সে যাহা হউক ইলেকট্রিসিটি বা বিদ্যুৎ, প্রবাহ বা শক্তি এই দুইয়ের মধ্যে কোন নামের পরিগণিত হইতে পারে না। ইহাকে শক্তিবহনকারী অবলম্বন করিয়া স্বীকার করা যাইতে পারে। বিদ্যুৎ-তত্ত্ববিদগণ বলেন যে বিদ্যুৎ সৰ্বদা সৰ্বস্থানে সমভাবে বিবাজিত এবং উহার দ্বারা শক্তি চালনা করিতে হইলে ঐ বিদ্যুতকে গতি প্রদান করা প্রয়োজন। ঐ গতি প্রদান কাৰ্য্য কবিত্তে হইলে, কোন শক্তিব দ্বারা প্রাথমিক গতির সঞ্চার কবিত্তে পারিলে সেই গতির দ্বারা বিদ্যুতকে গতিদান কাৰ্য্য করান যাইতে পারে। এই বৈদ্যুতিক গতি, বিদ্যুতের সমচাপাবস্থায় বিবাজিত অবস্থা হইতে চাপ পার্থক্য রূপ অবস্থার ঘটাইতে পারিলেই পুনরায় পূৰ্ণাবস্থায় প্রত্যাবর্তনকালে ঘটিতে পারে। ঐ সময় বৈদ্যুতিক গতির দ্বারা বিদ্যুতের গুণধর্ম্মানুযায়ী অনেক প্রকার কাৰ্য্য করাইয়া লওয়া যায়। বিদ্যুৎ-তত্ত্ববিদগণের মতে শক্তি সমূহের পরিচয় প্রথমে জাত হওয়া প্রয়োজন, যে হেতু শক্তি যায় ব্যতীত কোন প্রকৃত কাৰ্য্য সাধিত হওয়া অসম্ভব। শক্তির পরিচয় দিতে হইলে, কাৰ্য্য করিবার পারকতাকে

ব্যায়। বিদ্যুতের পবিচয় দিতে হইলে যাগাতে ঐ শক্তি নিহিত আছে তাহাকে বুঝায়।

এদিক বিদ্যুৎ শক্তি নহে, কিন্তু উচাৰ চাপ-পার্থক্য (pressure difference) ঘটাইতে পাবিশে উচাৰ দ্বারা কাৰ্য্য করান যাইতে পাবে অথাৎ উহা শক্তির রূপ ধারণ করে। সেজন্য চলিত ভাষায় উহাকে বৈদ্যুতিক শক্তি বলা যায়। সচবাচর যান্ত্রিক শক্তিকেই বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত করা যায়। ডাইনামো প্রভৃতি যন্ত্র, শক্তির এক অবস্থা হইতে বৈদ্যুতিক অবস্থা বাইবার অবলম্বন নাত্র।

যেমন প্রকৃতিৰ শক্তি ভাণ্ডারেব জলপ্রপাত অবস্থা হইতে জনপ্রপাত চক্র (water turbine) দ্বারা ঘূর্ণায়মান গতি, ডাইনামো, অলটারনেটর প্রভৃতি 'অবলম্বনে' প্রদান করিলে বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্ত হওয়া যায় তেমন বৈদ্যুতিক মোটরবেব মধ্যে বৈদ্যুতিক অবস্থার শক্তি প্রদান করিলে উচাৰা ঘূর্ণিত হইয়া ঘূর্ণায়মান গতি প্রদান কৰে মাত্র।

শক্তি (Energy) :- শক্তিব দুই অবস্থা, যথা—(১) পোটেনশিয়াল, (২) কাইনেটিক।

পোটেনশিয়াল শক্তি (potential energy) :- বস্তুর অবস্থাজনিত যে শক্তির উদয় তাহাকে পোটেনশিয়াল শক্তি বলা হয়।

কাইনেটিক শক্তি (Kinetic energy) :- বস্তুর গতি জনিত যে শক্তিব উদয় তাহাকে কাইনেটিক শক্তি বলা হয়।

• অবস্থা-জনিত শক্তি, যথা—উত্তোলিত প্রস্তব (বস্তু), উচাৰ পতনাবস্থায় ঐ শক্তির পবিচয় পাওয়া যায়। গতি-জনিত শক্তি, যথা—ইঞ্জিনের ফ্লাই হুইল। যখন ইঞ্জিনের গতি থাকে তখন এই চক্র বা হুইল ঘূর্ণায়মান অবস্থা হেতু শক্তি ধারণ করে এবং যখন ইঞ্জিনের নিজের ঘুরিবার অবস্থা থাকে না, তখন এই চক্রে নিহিত শক্তি, প্রয়োজন কালে, ইঞ্জিনের অংশে প্রদান করিয়া উচাৰ গতি রক্ষা করে।

**রাসায়নিক শক্তি (Chemical energy) :—**  
রাসায়নিক প্রক্রিয়ার দ্বারা যে শক্তি বৈদ্যুতিক ব্যাটারি হইতে পাওয়া যায়, তাহা সঙ্গে সঙ্গে বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়। কিন্তু এই প্রক্রিয়ার দ্বারা যে বৈদ্যুতিক শক্তিব অবস্থা পাওয়া যায় তাহা এত অল্প ও ব্যয়সাধ্য যে বড় বড় কার্য্য করাইতে হইলে এই প্রণালীতে শক্তিব প্রকাশ অসম্ভব মাত্র।

ঘণ্টা বাজান, নিশান! প্রেরণ প্রভৃতি কবিতে হইলে ঐ প্রণালীতে শক্তি প্রস্তুত করা যাইতে পারে। ইন্ধনের রাসায়নিক শক্তিকে সোজা-সুজি বৈদ্যুতিক শক্তিব অবস্থায় পরিণত কবিতে পাওয়া যায় না। ক্ষমতা প্রস্তুত করিতে হইলে ইন্ধনব রাসায়নিক শক্তিকে প্রথমে উত্তাপ শক্তিতে পরিণত করিতে হয়। সেই উত্তাপ শক্তিকে উত্তাপ ইঞ্জিনের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত করা যায়, তৎপরে সেই যান্ত্রিক শক্তিকে ডাইনামো প্রভৃতির সাহায্যে বৈদ্যুতিক অবস্থায় লওয়া যাইতে পারা যায়।

**শক্তির অবস্থান্তর :—**হেমহোলটজ, টমসন, জোল প্রভৃতি বৈজ্ঞানিকগণ স্থির করিয়াছেন যে শক্তিকে প্রস্তুত বা নষ্ট কবিতে পাওয়া যায় না কিন্তু এক অবস্থাব শক্তিকে অত্র অবস্থার শক্তিতে পরিণত করা যাইতে পারে বা 'নিউক্লিজেই উহা এক অবস্থা হইতে অত্র অবস্থায় পরিণত হইতে পারে। অনেক সময় দেখা যায় যে, বতটা এক অবস্থাব শক্তিকে অত্র অবস্থায় পরিণত করিবার চেষ্টা করা যায়, অবস্থান্তরে সম্পূর্ণ ততটা শক্তি পাওয়া যায় না। বরং উহার মধ্যে অনেকটা তৃতীয় অবস্থা প্রাপ্ত হয় ও কাজে লাগিতে নাও পারে, কিন্তু মোটের উপর শক্তির নাশ হয় না। উপরোক্ত রীতি অনুসারে অবস্থান্তর 'লিপ্‌ম্যান' বলিয়াছেন। ম্যাক্সওয়েল ও ফ্যারাডের মতে, বিদ্যুৎকেও প্রস্তুত বা নষ্ট করিতে পারা যায় না, কিন্তু ইহার সমবিস্তৃতির পরিবর্তন ঘটাইতে পারা যায়। লিপম্যান আরও বলেন যে প্রত্যেক

বৈদ্যুতিক বিকাশের বিপরীত বিকাশ পৃথিবীর কোন না কোন স্থানে থাকিতেই হইবে। সমবিস্তৃতি বিদ্যুৎকে পরিবর্তন করিয়া একস্থানে অধিক ও অপর স্থানে কম চাপাবস্থা ঘটাইতে পাওয়া যায় এবং বিদ্যুতেব স্থিতির স্থিরাবস্থা হইতে উক্ত গাতযুক্ত অবস্থায় লওয়া যায় বা নিজেদের মধ্যে আকর্ষণ ও ত্যাগক্রিয়ার দ্বারা ধূর্ণায়মান গতিতে পরিণত করা যায়। এই সকল বৈদ্যুতিক অবস্থা লক্ষ্য করিলে বুঝা যায় যে আনাদেব বিদ্যুৎ প্রস্তুতকারক যন্ত্রসকল এবং ব্যাটারি সকল বিদ্যুৎকে সমাবস্থায় অবস্থা হইতে পৃথক করিয়া দিবার অবলম্বন নাত্র, এবং এই সকল অবলম্বন দ্বারা অবস্থা পরিবর্তিত বিদ্যুৎ পুনঃ স্বাধ সমবিস্তৃতি অবস্থায় প্রত্যাবর্তন কালে বিভিন্ন কার্য সম্পাদন করিয়া থাকে।

বিদ্যুৎ-তত্ত্বের অল্পদিনের মধ্যে বিশেষ উন্নতি সাধন হইয়াছে। ইহার ব্যবহার, বিভিন্ন বিষয় ও ভিন্ন ভিন্ন প্রকারে হইতেছে এবং তদনুযায়ী যন্ত্র সকলও প্রস্তুত হইতেছে, কাজে কাজেই এই যন্ত্র সকলের প্রস্তুত একটা প্রধান ব্যবসায়ের মধ্যে পরিগণিত হইয়াছে।

একস্থান হইতে বহুদূরে শক্তি বাহিত বা চালিত করিতে হইলে বৈদ্যুতিক শক্তিই একমাত্র অবলম্বন। আলোক জ্বলাইবার জন্ত, পাখা চালাইবার জন্ত, খনি সকলের মধ্যে বিভিন্ন কার্য করাইবার জন্ত, তাহা সংবাদ পাঠাইবার জন্ত, গাড়ি চালাইবার জন্ত, রোগের চিকিৎসা করিবার জন্ত, বিদ্যুৎ মানবের একটা প্রধান সহায় হইয়া উঠিয়াছে।

আবার সঙ্গে সঙ্গে যতই দিন যাইবে ততই আমরা দেখিতে পাউব যে বিদ্যুতের দ্বারা আরো কত প্রকার অসাধ্য সাধন ঘটিতে পারে। যাহারা বিদ্যুৎ-তত্ত্ব বিষয় জানিতে উৎসুক তাঁহাদিগকে আরো উৎসাহিত করিয়া বিশেষ রূপে যতদূর সম্ভবপর হয় ইহার বিচিত্রতার বিষয় অবগত করান হইবে।

## বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

**চুম্বক ও চুম্বকত্ব (Magnet and Magnetism.)**  
কোন নির্দিষ্ট দিক অবলম্বনে অবস্থান এবং লৌহ প্রভৃতি কতিপয়  
দ্রব্যকে আকর্ষণ এই দুই গুণ বিশিষ্ট পদার্থকে “চুম্বক” বলে ও এটি  
গুণদ্বয়কে “চুম্বকত্ব” বলে। চুম্বকত্ব লৌহের মধ্যে অত্যন্তকৃষ্ট ভাবে  
পরিষ্কৃত হয় বলিয়া ঐ পদার্থে চুম্বক প্রস্তুত হয়।

**স্বাভাবিক চুম্বক (Natural Magnet.)** :—ইহা  
চুম্বকত্ব বিশিষ্ট একপ্রকার প্রকৃতি-প্রসূত, কঠিন, কৃষ্ণাভ, খনিজ ধাতব  
পদার্থ। ইহার রাসায়নিক গঠন ( $Fe_3 O_4$ ), ইহাকে লৌহের চুম্বক-  
ভ্রম (Magnetic Oxide of iron.) বলে। ইহা সর্বপ্রথমে এশিয়া-  
মাইনরের অন্তর্গত ম্যাগনেসিয়া দেশে পাওয়া গিয়াছিল বলিয়া ইহাকে  
“ম্যাগনেস” বলিত; তাহা হইতে ম্যাগনেট (Magnet) কথাটি হইয়াছে।  
প্রাচীনকালে খোলা সমুদ্রের উপর দিগ্ভানর্ণয়ের জন্য নাবিকগণ কর্তৃক  
ইহা আহাজে ব্যবহৃত হইত বলিয়া ইহাকে “লৌডিংষ্টোন” বা “লোডষ্টোন”  
(Load-stone) অর্থাৎ নেতৃ-প্রস্তর বলা হইত। (চিত্র—১) স্বাভাবিক-



চুম্বক (আকর্ষিত লৌহচূর্ণ সহ),  
কিন্তু এই স্বাভাবিক চুম্বক অধিক-

চিত্র—১

পরিমাণে পাওয়া যায় না, ইহাদের  
ভেদে অধিক হয় না ও আকৃতিতেও বিশেষ সুবিধা জনক হয় না  
বলিয়া ইহাদের ব্যবহার বিশেষ দৃষ্ট হয় না।

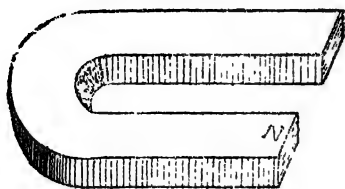
**কৃত্রিম চুম্বক (Artificial Magnet)** :—সুবিধামত ভাবে



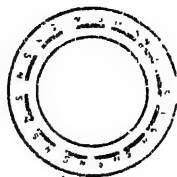
চিত্র—২

ব্যবহারের জন্য সুবিধা জনক  
আকৃতিতে ও প্রয়োজন মত  
তেজবান্ করিয়া কৃত্রিম উপায়ে  
প্রস্তুত চুম্বককে কৃত্রিম চুম্বক বলে। ইহার প্রয়োজন অনুসারে দণ্ডের  
রূপ (চিত্র—২) (Bar Magnet), অথবা স্ক্রাকৃতি (চিত্র—৩) (Horse-

Shoe magnet), বলয়ের মত (চিত্র—৪) (Ring magnet) বা সূচের মত (চিত্র—৫) (Magnetic Needle) হইয়া থাকে। ইহাদের প্রস্তুত প্রকরণ



চিত্র—৩



চিত্র—৪

চিত্র—৫



চিত্র—৭



চিত্র—৬

পরে বর্ণিত হইবে। সূচ চুম্বককে একটি খাড়া দণ্ডের উপর খাটাইয়া (চিত্র—৬) বা কাঁচের ঢাকনা বিশিষ্ট কোটার মধ্যে ছোট ডাণ্ডার উপর খাটাইয়া সূচ-কম্পাস (চিত্র—৭) (Needle

Compass) চুম্বকত্ব পরীক্ষা কার্যে ব্যবহার হয়।

**চুম্বকের ধর্ম (Properties of a Magnet) :—**(ক) একটি চুম্বককে লৌহচূর্ণে রাখিয়া তুলিলে, প্রচুর লৌহচূর্ণ আকর্ষিত হইয়া উহার গাত্রে লাগিয়া থাকে (চিত্র—৮)।



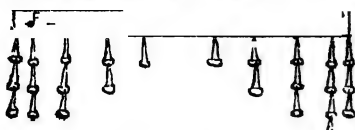
চিত্র—৮

চুম্বকের বিভিন্ন স্থানে এই আকর্ষণ বলের পরিমাণ পরীক্ষা করিতে হইলে, ইহা হইতে ছোট ছোট কাঁটা-পেরেক বুলাইয়া

দিলে দেখিতে পাওয়া যায় যে চুম্বকের শেষ ভাগদ্বয়ে এই বুলায়মান পেরেকের সংখ্যা অধিক, শেষভাগদ্বয় হইতে কিছু অন্তর্বর্তী স্থানদ্বয়ে ইহাদের সংখ্যা সর্বাপেক্ষা অধিক, এবং যতই মধ্যস্থলের দিকে অগ্রসর

## বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

হওয়া বায়ু ইহাদের সংখ্যা ততই কমিতে থাকে ও ঠিক মধ্যস্থলে একটিও পেরেক ঝুলিতে দেখা যায় না। (চিত্র—২) ইহা হইতে এই প্রতীয়মান হয়

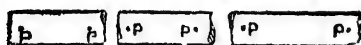


যে শেষভাগদ্বয় হইতে কিছু অন্তর্বর্তী স্থানে চুম্বকত্বের সর্বো-  
পেক্ষা অধিক। এই স্থানদ্বয়কে

চিত্র—২

চুম্বকের মেরু বা পোল ( Pole )

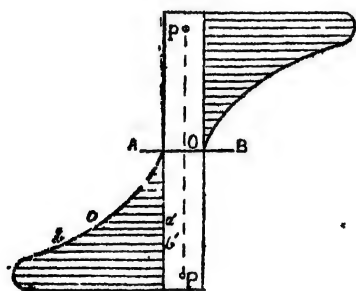
বলে। প্রত্যেক চুম্বকেরই একপ দুইটি করিয়া মেরু থাকে, এমন কি, একটি চুম্বকে খণ্ড খণ্ড করিলেও তাহার প্রত্যেক খণ্ডের শেষভাগদ্বয়ে দুইটি করিয়া মেরু দৃষ্ট হইবে (চিত্র—১০)। মেরুদ্বয়ের সংযোজনী রেখাকে



চিত্র—১০

চুম্বকের “মেরুদণ্ড” বা “এক্সিস” বলে

( P P চিত্র—১১ ) ও মেরুদ্বয়ের



চিত্র—১১

ব্যবধানকে “চুম্বক-দৈর্ঘ্য” বলে। ১১

চিত্রে চুম্বকের দৈর্ঘ্যের কোনস্থানে

বল পরিমাণ কিরূপ তাহা দেখান

হইয়াছে। চুম্বকের কোনও স্থান

হইতে একটি লম্বরেখা টানিলে

চুম্বক ও বক্ররেখা মধ্যস্থ ঐ

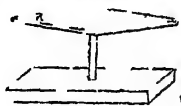
লম্বরেখার অংশটি তত্ত্ব্য চুম্বক-

বলের আনুপাতিক পরিমাণ।

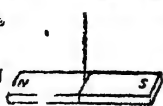
এই চিত্রে সুস্পষ্ট ভাবে দেখান হইয়াছে কি ভাবে চুম্বক বল চুম্বকের মধ্যস্থলে শূন্য হইতে ক্রমশঃ বর্দ্ধিত হইয়া মেরুর নিকট সর্বোপেক্ষা অধিক হয়, পরে শেষভাগদ্বয়ে একটু কমিয়া যায়। চুম্বক বলের পরিমাপক লম্বরেখাগুলি সমান্তরাল রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট হইয়াছে।

(খ) একটি চুম্বকের মাঝখানে পাকহীন স্থতা ( এলোস্থতা ) বাঁধিয়া শূন্যমার্গে ঝুলাইয়া দিলে বা খাড়া দণ্ডের উপর খাটাইলে দেখিতে পাওয়া

যায় যে চুম্বকটি বার কতক জুলিয়া কোন একটি নির্দিষ্ট 'দিক' অবলম্বন করিয়া অবস্থান করে। আরও দেখা যায় যে উহাকে যেকোন ভাবে



চিত্র—১২



চিত্র—১৩

দোণাটীয়া বা ঘুরাটীয়া দেওয়া বাউক

না কেন, অবস্থান কাশে উহার যে

শেষভাগটি যে দিকে একবার অবস্থান করে, সেট শেষভাগটি পুনরায় সেট দিকই অবলম্বন করিয়া অবস্থান করে।

এ মেরুটি পৃথিবীর উত্তরদিকে ফিরিয়া অবস্থান করে, তাহাকে চুম্বকেব

"উত্তর-অন্বেষণকারী-মেরু" (North-Seeking Pole) বলে, ইহাকে

প্রচলিত ভাষায় উত্তর মেরু (North Pole) বলে। যে মেরুটি দক্ষিণদিকে

ফিরিয়া অবস্থান করে তাহাকে "দক্ষিণ-অন্বেষণকারী-মেরু" (South

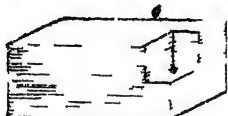
Seeking Pole) বা দক্ষিণ মেরু (South Pole) বলে। ইহাদিগকে

চিনিবার জন্য উত্তর-মেরুকে "N" অক্ষর কিংবা লাল বা কাল রং দ্বারা

চিহ্নিত করা হয়।

**মেরুর স্থান (Position of Pole) :-** ইহার চুম্বক লৌহের

শেষ ভাগদ্বয় হইতে কিছু ভিতরদিকে লৌহের মধ্যে (চিত্র ১৪) বিন্দুটী পোল।



**মেরুদ্বয়ের নিজেদের উপর**

**কার্যাবলী (Action of Poles on each**

**other) :-** "অনুরূপ মেরুগুলি পরস্পরকে নিক্ষেপ

করে ও বিপরীত মেরুগুলি আকর্ষণ করে"।

একটি চুম্বক-সূচকে খাড়া দেগের উপর খাটাইলে বা স্থতার দ্বারা

ঝুলাইলে উহা উত্তর-দক্ষিণ দিক লইয়া অবস্থান করিবে। অতঃপর অপব

একটি চুম্বকের উত্তর মেরু এই স্থানের উত্তর মেরুর নিকটে লইয়া বাইলে

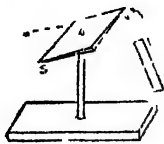
দৃষ্ট হইবে যে সূচটি নিক্ষেপণ হেতু ঘূরিয়া বাইতেছে। কিন্তু দক্ষিণ

মেরুকে উত্তর মেরুর সন্নিহিত করিলে দৃষ্ট হইবে যে আকর্ষণ হেতু

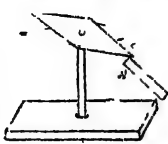
মেরুদ্বয় আরও সন্নিহিত হয়। চিত্র ১৫, ১৬, ১৭, ১৮ বিন্দুদ্বারা নির্দিষ্ট



স্থানগুলি স্থচের পৃষ্ঠাবস্থা নির্দেশ করিতেছে ও পরে স্থচের কি অবস্থা তাহা চিত্রে প্রতীয়মান হইতেছে।



চিত্র—১৫



চিত্র—১৬



চিত্র—১৭



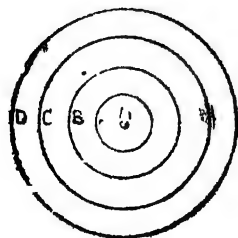
চিত্র—১৮

চুম্বকবলের নিয়ম (Law of Magnetic force) :—

পূর্বেই বলা হইয়াছে, দুইটি মেক থাকিলে তাহাদের মধ্যে হয় আকর্ষণ না হয় নিক্ষেপণ বল থাকিবে। এই বলের পরিমাণ নিম্নলিখিত নিয়মামুযায়ী হয়। যথা ;—

বিকল্প বর্গ নিয়ম (Inverse Square Law) :—“চুম্বক

বল মেরুদ্বয়ের তেজের গুণফলের অন্তরূপ ও উভাদের ব্যবধানের বর্গের বিকল্প” অর্থাৎ ব্যবধানের বর্গ যত অধিক হইবে, বল ততই কম হইবে। একটু চিন্তা করিয়া দেখিলেই এই নিয়মটি বেশ বুঝিতে পারা যায়। কারণ একটি মেককে ঠিক রাখিয়া যদি অপর মেরুটির তেজ দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি করা যায় তাহা হইলে স্পষ্টই প্রতীয়মান হয় যে আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ ধল যথাক্রমে দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি হইবে। ঠিক সেইরূপ



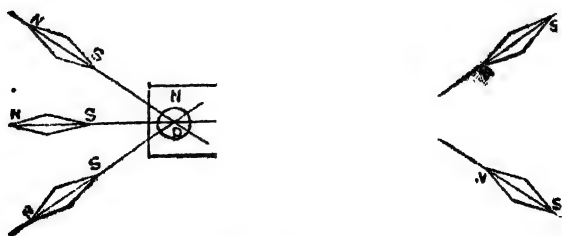
চিত্র—১৯

অপর মেরুটির তেজ দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি করিলে আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ বল যথাক্রমে দ্বিগুণ বা ত্রিগুণ ইত্যাদি হইবে। সুতরাং বল মেরুদ্বয়ের তেজের গুণফলের অন্তরূপ। আর বল ব্যবধানের বর্গের বিকল্প, তাহার কারণ যদি একটি মেককে কোন গোলকের কেন্দ্রে অবস্থিত অন্তরূপ করা যায় তাহা হইলে

মেরুটির সমস্ত বল ঐ গোলকটির সমস্ত বিস্তৃতির উপর সর্বত্র সমভাবে ছাড়াইয়া পড়িবে। এখন যদি মেরুটিকে দ্বিগুণ, ত্রিগুণ বা চতুর্গুণ

ইত্যাদি বাসের গোলকের কেন্দ্রে অবস্থিত অনুমান করা যায়, যে হেতু এই গোলকগুলির বিস্তৃতি যথাক্রমে চতুঃগুণ, নবগুণ বা ষোড়শগুণ ইত্যাদি ( $4\pi r^2$ ) এবং ঐ সেরটীর বল পূর্ববৎ সমভাবে এই বিস্তৃতিগুলির উপর চারাইয়া পড়িতেছে, সুতরাং কোন একস্থানে বলের পরিমাণ যথাক্রমে এক চতুর্থাংশ ( $\frac{1}{4}$ ), এক নবমাংশ ( $\frac{1}{9}$ ) বা এক ষোড়মাংশ ( $\frac{1}{16}$ ) ইত্যাদি হইবে অর্থাৎ ব্যবধানের বর্গের বিক্রপ হইবে। সুতরাং দেখা যায়:—  
 $v \propto \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$ ; অর্থাৎ  $v = k \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$  এখন যদি  $m_1 = m_2$  হয়;  
 $v = 1$  ও  $d = 1$  হয় ও সেইরূপ  $m_1$  বা  $m_2$  কে একক মেরুতেজ স্বীকার করা  
 যায় তবে,  $1 = k \times \frac{1 \times 1}{1^2}$  বা  $k = 1$  সুতরাং  $v = \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$

**একক মেরু তেজ ( Unit Pole Strength ):**—“দুইটি সমান সমান মেরুকে একক দূরত্ব ব্যবধানে স্থাপন করিলে যদি তাহারা একক বলে পরস্পরকে আকর্ষণ বা নিক্ষেপ করে তাহাদিগকে একক তেজের মেরু বলে।” একক মেরু তেজকে এই ভাবে সংজ্ঞাবদ্ধ করা হয় তাহার কারণ এই সংজ্ঞানুযায়ী  $v = k \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$ , “ $k$ ” = 1 হয় ও তৎক্ষণাত  $v = \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$  এই সরল সম্বন্ধ পাওয়া যায়।

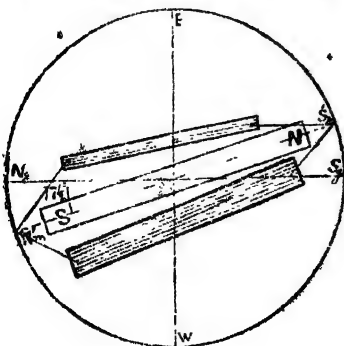


চিত্র-২০

**মেরুর স্থান নির্ধারণ ( Determination of the**

Position of Pole ) :—একটি সূচ কম্পাস লইয়া একটি শায়িত চুম্বকের শেষ দিকে কয়েকটি বিভিন্ন স্থানে ২০ চিত্রে প্রদর্শিতরূপে স্থাপন করিলে দেখা যাইবে যে সূচ চুম্বকটি বিভিন্ন দিক লক্ষ্য করিয়া অবস্থান করে। এই সূচ কম্পাস প্রত্যেক স্থানেই চুম্বকের মেরুর দিকে মূখ্য করিয়া অবস্থান করিতেছে। সুতরাং সূচ-চুম্বকের মেরুদণ্ড ঐ স্থানগুলি হইতে চুম্বকের দিকে প্রসারিত করিয়া দিলে তাহারা যে স্থানে সম্মিলিত হয় তাহাই চুম্বকের মেরু।

ভূ-চুম্বকত্ব ( Earth's Magnetism ) :—দেখা যায় কোন চুম্বককে ঝুলাইয়া বা খাটাইয়া দিলে উহা নির্দিষ্ট দিক অবলম্বন করে। তাহার কারণ পৃথিবীর নিজের চুম্বক গুণাবলী আছে, এবং ঝুলায়মান চুম্বক পৃথিবীর চুম্বকত্বের “অনুরূপ মেরুর নিষ্কপণ ও বিপরীত মেরুর আকর্ষণ” নিয়ম হেতু কোন বিশিষ্ট দিক অবলম্বনে বাধ্য হয়। পৃথিবীর চুম্বকত্ব এরূপ যেন উহার ভৌগলিক মেরুদণ্ডের দুই দিকে দুইটি বৃহৎ চুম্বক আছে, তন্মধ্যে একটি অপরটি অপেক্ষা বৃহত্তর ও তাহাদের একদিকের শেষভাগদ্বয় অপরদিকের শেষভাগ দ্বয় অপেক্ষা সম্মিলিত। এই শেষভাগগুলি প্রায়



চিত্র—২১

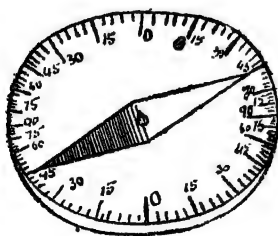
‘ভৌগলিক মেরুর নিকট। এই চুম্বক দুইটি এরূপভাবে অবস্থিত যে ইহাদের সমরূপ ও সমগুণবিশিষ্ট একটি চুম্বক ভূ-মেরুদণ্ডের সহিত প্রায়  $১৭\frac{1}{2}^{\circ}$  কোণ করে (চুম্বকের উত্তর দিকের মেরু ভূ-মেরুদণ্ডের পশ্চিম দিকে এই কোণ করে) ইহা ২১ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। কাল চুম্বকদ্বয় ভূমধ্যস্থ অস্থমিত চুম্বকদ্বয়

ও S N উহাদের সমবদলী একটি চুম্বক যাহা ভূ-মেরুদণ্ডের সহিত  $১৭\frac{1}{2}^{\circ}$

কোণে অবস্থিত। কিন্তু বাস্তবিক পৃথিবীর মধ্যে চুম্বক আছে কিনা তাহা কেহ দেখে নাই, তবে পৃথিবীর উপরে যে ফলাফল দৃষ্ট হয় তাহা হইতে অনুমান হয় যে, ঠিক যেন এরূপ দুইটি চুম্বক আছে।

দ্রষ্টব্য :—উপরে বলা হইল যে, পৃথিবীর মধ্যে দুইটি অনুমিত চুম্বক আছে। কিন্তু পৃথিবীর অন্তর্ভাগ এত গরম যে প্রায় ১২ মাইল গভীরতার উহা লোহিত তপ্ত অবস্থায় স্থিত। সুতরাং সেখানে লৌহের চুম্বক গুণ থাকিতে পারে না, কারণ লোহিত তপ্ততায় লৌহের চুম্বকত্ব নষ্ট হইয়া যায়। অতএব ভূ-চুম্বকত্ব উর্দ্ধতলীয় চুম্বকত্ব হেতু হইতে পারে। অথবা আমরা বহমান বিদ্যুতে দেখিব যে গোলাকার ভাবে প্রবাহিত বিদ্যুৎবেগ দণ্ডচুম্বকের মত চুম্বক ফল উৎপাদন করে। সুতরাং ভূ-চুম্বকত্ব পৃথিবীর চতুর্দিকে বহমান বিদ্যুৎ-প্রবাহ হেতুও হইতে পারে।

**বিরাগ বা ডেক্লিনেশন (Declination) :**—একটি চুম্বকের মধ্যভাগে সূতা বাঁধিয়া উহাকে ভূ-সমাস্তরাল রাখিয়া আগগা ভাবে ঝুলাইয়া রাখিলে সচরাচর দেখা যায় উহার মেরুদণ্ড যাম্যোত্তর রেখার (Meridian) সহিত কিছু কোণ করে। এই কোণকে বিরাগ কোণ বা



চিত্র—২২

ডেক্লিনেশন বলে। ইহা চুম্বকের উত্তর মেরু যাম্যোত্তর রেখার যে দিকে যতটা কোণ করে তদ্বারা প্রকাশিত হয়। যথা ;—বিরাগ  $15^\circ$  পশ্চিম বলিলে বুঝিতে হইবে যে চুম্বকের উত্তর মেরু যাম্যোত্তর রেখার পশ্চিমদিকে  $15^\circ$  যায়। বিরাগ, স্থানের উপর নির্ভর করে অর্থাৎ বিভিন্ন স্থানে ইহা বিভিন্ন।

সমবিরাগ ও বিরাগহীন রেখা (Lines of equal declination and lines of no declination.)—যে সকল দেশের বিরাগ সমান তাহাদিগকে চুম্বক মানচিত্রে রেখা দ্বারা সংযোগ করা হয়, এই রেখাগুলিকে সমবিরাগ রেখা বা আইসোগনিক লাইন

(Isogonic line) বলে। যে সমবিরাগ রেখা শূন্য বিরাগের দেশ সমূহকে সংযোগ করে তাহাকে বিরাগহীন রেখা বা এগোনিক লাইন (Agonic line) বলে।

বিরাগের পরিবর্তন (Variation of declination)—বিরাগের পর্যায়ক্রম, বাৎসরিক দৈনিক ও নৈমিত্তিক পরিবর্তন দৃষ্ট হয়।

পর্যায়ক্রম পরিবর্তন (Periodical Change)—কোন নির্দিষ্ট স্থানে সচ চুম্বকের দিক ক্রমশঃ পরিবর্তন হইতে থাকে। অর্থাৎ কোনও কালে যদি উহা একটু পূর্বদিকে ফিরিয়া থাকে তাহা হইলে একটু একটু করিয়া কিছুকাল পরে উহা পশ্চিমদিকে চলিয়া যায়। যথা—নিম্নে প্রদত্ত লণ্ডনের বিরাগ তালিকা হইতে ইহা বেশ বুঝিতে পারা যায়। ১৬৫৭ সালের পূর্বে বিরাগ পূর্বদিকে ছিল, কিন্তু ক্রমশঃ কমিয়া কমিয়া ১৬৫৭ সালে চুম্বকের মেরুদণ্ড যাম্যোত্তর রেখার সহিত সম্মিলিত হয় ও পরে ছাড়াইয়া পশ্চিমদিকে গিয়া ছ এবং পশ্চিমদিকে সর্বাপেক্ষা অধিক কোণ করিয়াছিল, ১৮১৬ সালে, পরে আবার কমিতেছে এবং কমিয়া উহা যাম্যোত্তর রেখা পার হইয়া পুনরায় পূর্ব ঘাইবে ও তথা হইতে ফিরিবে।

বৎসর	বিরাগ			বৎসর	বিরাগ		
১৫৮০	১১	১৭	পূ	১৮৯০	১৭	২৯	পূ
১৬৩৪	৪	০	"	১৮৯৩	১৭	১১	"
১৬৭৭	০	০	"	১৮৯৫	১৬	৫৭	"
১৭০৫	২	০	পূ	১৮৯৮	১৬	৩৯	"
১৭৬০	১৯	৩০	"	১৮৯৯	১৬	০৫	"
১৮১৬	২৪	৩০	"	১৯০২	১৬	১২	"
১৮৬৮	২০	৩০	"	১৯০৬	১৬	৩	"
১৮৮২	১৮	২২	"	১৯১২	১৫	০৪	"
১৮৮৯	১৭	৩৫	"				

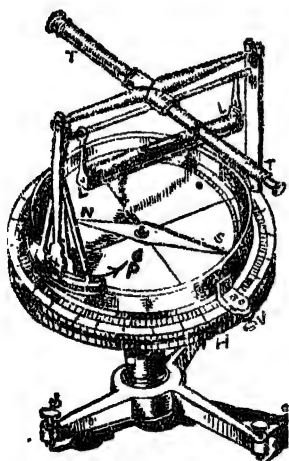
বাৎসরিক পরিবর্তন (Annual change) :-

বৎসরের মধ্যে চুম্বকের দিক অল্প পরিমাণে পরিবর্তিত হয়। লণ্ডনে বাসন্তী ক্রান্তি-পাতের (Vernal equinox) সময় এই পরিবর্তন সর্বাপেক্ষা অধিক হয় এবং উত্তরায়ণের (Summer solstices) সময় সর্বাপেক্ষা কম হয় এবং তাহার পর বাকি নয় মাস ধরিয়া ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে।

দৈনিক পরিবর্তন (Daily change) :—পূর্ব সূর্য্য যন্ত্র সাহায্যে পরীক্ষা করিলে দেখা যায় প্রত্যেক দিনের মধ্যে চুম্বকের দিকের গতি অল্প পরিমাণে পরিবর্তন হয়। যেমন ইংলণ্ডে উত্তর মেরু প্রান্তে ৭টা হইতে ১টা পর্য্যন্ত পশ্চিমগামী হয়, পরে রাত্রি ১০টা পর্য্যন্ত পূর্বগামী হয় এবং সন্ধ্যোদয় পর্য্যন্ত প্রায় এই অবস্থায় থাকে।

অবৈধ পরিবর্তন (Irregular change) :—প্রায়ই অকস্মাৎ চুম্বকের দিকের পরিবর্তন ঘটে। এই অবৈধ ও নৈমিত্তিক উদ্বেগকে চুম্বক ঝড় বা (Magnetic storm) বলে এবং প্রায়ই ইহার সহিত আগ্নেয়গিরির অগ্ন্যুৎপাত, ভূমিকম্প ও মেরু-জ্যোতির (aurora) সম্বন্ধ দেখা যায়।

বিবাগমান বা ডেপ্লিনোমিটার (Declinometer) :—অর্থ্যাৎ বিরাগ বা ডেপ্লিনেসন মাপিবার যন্ত্র। ইহা ১৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে T একটি জ্যোতিষ দূরবীক্ষণ



চিত্র- ২৩

তাহা হইতে ভূ-সমান্তরালের সহিত দূরবীক্ষণের কোণ মাপা যায়। L L সূর্য্যস্ত।

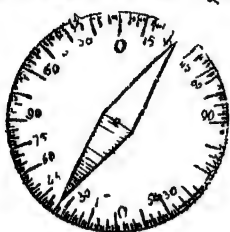
বিরাগ মাপিবার প্রণালী (Method of measuring declination) :—(১) প্রথমতঃ সমতলকারী প্যাণের পায় S ও সূর্য্যস্ত (Spirit level) L এর সাহায্যে যন্ত্রটিকে ভূ সমান্তরাল করিতে হইবে।

(Astronomical-telescope)। ইহা খাড়াভাবে ঘুরিতে পারে। ইহাতে একটি পিত্তলের বাস্ক যাহাতে (১) সম অংশে বিভক্ত একটি বৃত্ত যাহার আড়দিকের দাগটি দূরবীক্ষণের মেরুদণ্ডের ঠিক নিম্নে থাকে এবং (২) ঐ বৃত্তের কেন্দ্রে খাড়া দণ্ডে খাটান একটি ছাঁকী চুম্বক সূচ N S আছে। বাস্কটি একটি পায়ার উপর স্থাপিত, এই পায়াতে তিনটি সম আকার বৃত্ত প্যাণের পায় S আছে। H একটি নিবন্ধ সম অংশে বিভক্ত বৃত্ত যাহার উপর দূরবীক্ষণ সহ বাস্কটি ঘুরে। V বাস্কটির সহিত সংবদ্ধ একটি প্রবিভাজক (vernier) যাহার দ্বারা দূরবীক্ষণটি কতটা ঘুরিল মাপা যায়। I' অপর একটি প্রবিভাজক যাহা দূরবীক্ষণের মেরুদণ্ডের সহিত ঘুরে ও

(২) পান বামোত্তর বৃত্ত ঠিক কবিত হইবে। ইহা ঠিক দ্বিত্বত্ব বেলায় ন্যূনকে লক্ষ্য করিলেই পাওয়া যায়। এখন সমাংশে বিভক্ত বৃত্তের ব্যাসটি বামোত্তর বৃত্তে অবস্থিত দূরবীক্ষণের ঠিক নিম্নে রাখিল।

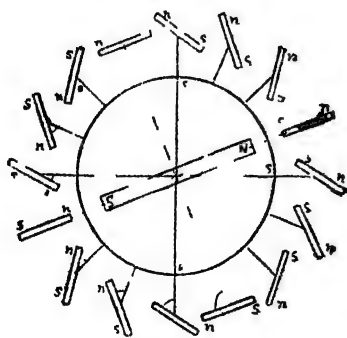
(৩) এখন চুম্বক সূচের শেষভাগ  $N$  ও  $E$  ব্যাসের মধ্যে যে কোণ দৃষ্ট হয় তাহাই বিরাগ

**অবনতি বা ডিপ ( Dip or Inclination ) :—** বাদ একটি চুম্বকের মধ্যস্থল দিয়া আড়াআড়ি ভাবে একটি ছিদ্র করিয়া তাহাব মধ্য দিয়া একটি আবর্তন কৌলিক দিয়া তাহাতে চুম্বকটিকে বামোত্তর বৃত্তে রাখা হয়, তাহা হইলে চুম্বকটি অধোদিক দিকে আবর্তন কবিত সক্ষম



চিত্র—২৪

হইবে ও সচবাচব দেখা যাইবে যে চুম্বক মেরুদণ্ড ভূ সমান্তরালেব সহিত কিছু কোণ করে। এই কোণকে অবনতি বলে। (চিত্র—২৪)

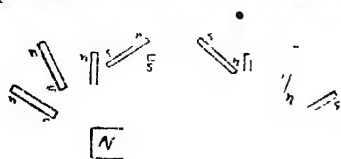


চিত্র—২৫

ইহা চুম্বকের নিম্ন মেরু খাড়া রেখার উত্তর বা দক্ষিণদিকে যতটা কোণ কবে তদ্বারা প্রকাশিত হয় এবং দেখা যায় যে বিরাগের মত অবনতিও পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন। ইহার পরিমাণ বিষুবদেশে  $0^\circ$  (অর্থাৎ ভূ-সমান্তরাল) হইতে মেরু প্রদেশে  $90^\circ$  পর্যন্ত (অর্থাৎ খাড়া)। অবশ্য উত্তর মেরুপ্রদেশে চুম্বকের উত্তর মেরু নিম্নদিকে থাকে ও দক্ষিণ প্রদেশে ইহা উপর দিকে থাকে। ভূমধ্যস্থ চুম্বক হেতু পৃথিবীর উপরিস্থ চুম্বকের অধোদিক বা অবনতি

বিভিন্ন স্থানে কিরূপে উত্তরমেরু প্রদেশে নিম্নদিকে  $90^\circ$ , বিষুবদেশে ভূ-সমান্তরাল হইয়া দক্ষিণমেরু প্রদেশে উপরদিকে  $90^\circ$  হয় তাহা ২৫ চিত্রে দেখান হইয়াছে।

পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অবনতি-কোণ কেন পৃথক হয় বা পৃথিবীর উপরে চুম্বকের অধোদ্বীপিক ভিন্ন ভিন্ন দেশে কেন বিভিন্ন হয় তাহার কারণ এই যে,



চিত্র—২৬

ভূমধ্যস্থ চুম্বকের সহিত তুলনায় বিভিন্ন দেশসমূহের অবস্থা বিভিন্ন বলিয়া ভিন্ন ভিন্ন দেশে চুম্বকের উপর বিভিন্ন প্রকারের চুম্বক বল

হওয়া হেতু উহারা বিভিন্ন দিক

অবলম্বন করে। ইহা ২৬ চিত্রে একটি চুম্বকের চারিদিকে স্থচ-চুম্বকের দিক ক্রমশঃ কিরূপে পরিবর্তিত হয় তাহা দেখিলেই বুঝা বাইবে।

সম-অবনতি ও অবনতিহীন রেখা (Lines of equal dip and lines of no dip):—

যে সকল দেশের অবনতি সমান তাহাদিগকে চুম্বক মানচিত্রে রেখা দ্বারা সংযোগ করা হয়, এই রেখাগুলিকে 'সম-অবনতি রেখা' বা আইসোক্লিনিক লাইন (Isoclinic line) বলে। যে 'সম-অবনতি রেখা' অবনতিহীন দেশসমূহকে সংযোগ করে তাহাকে 'অবনতিহীন রেখা' বা এক্লিনিক লাইন (Aclinic line) অর্থাৎ 'চুম্বকবিশ্বরেখা' বা ম্যাগনেটিক ইকোয়েটর (Magnetic Equator) বলে।

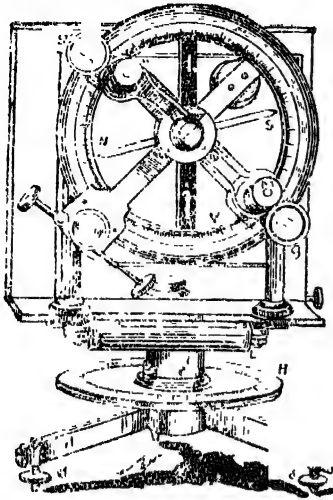
অবনতির পরিবর্তন (variation of dip) :—

বিশ্বাণের মত অবনতিরও পর্যায়ক্রম পরিবর্তন ঘটে। ইহা নিম্ন তালিকায় লগুনের অবনতির পরিবর্তন হইতে বুঝিতে পারা যায় :—

বৎসর	অবনতি		বৎসর	অবনতি	
১৫৭৬	৭১°	৫০'	১৮২০	৬৭°	২৩'
১৬৭৬	৭৩°	৩০'	১৮২৫	৬৭°	১৫'
১৭২৩	৭৪°	৪২'	১৮২৮	৬৭°	১২'
১৮০০	৭০°	৩৫'	১৮২৯	৬৭°	১০'
১৮২৮	৬৯°	৪৭'	১৯০৩	৬৭°	০° ৫১"
১৮৫৪	৬৮°	৩১'	১৯০৬	৬৬°	৫৫'
১৮৭৪	৬৭°	৪৩'	১৯১২	৬৬°	৫১' ৪৮"



অবনতিমান বা ডিপ বা ইনক্লিনেশন কম্পাস (Dip or Inclination Compass) :—



চিত্র—২৭

২৭ চিত্রে অবনতি মাপিবার একটি যন্ত্র দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে (১) H একটি ভূ-সমান্তরাল সমাংশে বিভক্ত পিতলের বৃত্ত, ইহা সমতলকারী প্যাচের তেপায়ার উপর আবর্তিত।

(২) এই বৃত্তের উপর ইহার কেন্দ্রস্থিত খাড়া কীলকে আবর্তনশীল একটি প্লেট আছে।

(৩) V একটি খাড়া সমাংশে বিভক্ত বৃত্ত যাহার দ্বারা অবনতি মাপা হয়।

(৪) এই খাড়া বৃত্তের কেন্দ্রে ভূ-সমান্তরাল কীলকে খাটান N S একটি চুম্বক-সূচ যাহা এই বৃত্তের খাড়া তলে আবর্তন করে।

(৫) L একটি সুরাসূত্র (প্লেটে আবদ্ধ)।

(৬) M ও M' দুইটি অণুবীক্ষণ এবং g ও g' দুইটি আয়না।

অবনতি মাপিবার প্রণালী (Method of Measuring dip) :—(১) প্রথমতঃ H বৃত্তকে ভূ-সমান্তরাল করিতে হইবে, তাহা হইলেই V বৃত্তটি খাড়া হইবে। ইহা ঐ সুরাসূত্র দেখিয়া ও প্যাচ বিশিষ্ট পায়ার S তিনটির সাহায্যে করা যায়।

(২) পরে প্লেটকে H এর উপর ঘুরাইতে হইবে যতক্ষণ না চুম্বক-সূচ নোজা হুজি খাড়াভাবে যুগ্মে। এই অবস্থায় চুম্বকের বা খাড়াবৃত্ত V এর 'তল' চুম্বক যাম্যোত্তর তলে লম্ব হইল। কারণ এই স্থানের পৃথিবীর চুম্বক বলকে ভূ-সমান্তরাল ও খাড়া এই দুই ভাগে বিভক্ত করিলে ভূ-সমান্তরাল ভাগটি চুম্বকতলে লম্বভাবে থাকায় উহাকে ঘুরাইতে পারিতেছে না, কেবলমাত্র কীলকের উপর চুম্বকের চাপ বৃদ্ধি ঘটাইতেছে এবং কেবলমাত্র খাড়া অংশটি থাকায় সূচটি খাড়াভাবে ঝুলিতেছে।

(৩) এখন প্লেটকে H এর উপর ৯০° ঘুরাইতে হইবে। তাহা হইলেই চুম্বকটি চুম্বক যাম্যোত্তর তলে আসিল।

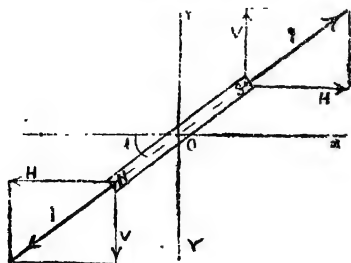
(৪) ঐ চুম্বকের মেরুদণ্ড ও চুম্বকের কেন্দ্র দিয়া ভূ-সমান্তরাল রেখার মধ্যস্থ 'কোণ'

অবনতি। এই ভূ-সমান্তরাল রেখার শেষ ভাগের  $V$  বৃত্তে  $0^\circ$  কোণ করে। সুতরাং চুম্বকের পোল ঐ বৃত্তে যে কোণ দর্শিত করে তাহাই অবনতি। এই কোণ অণুবীক্ষণ যন্ত্র  $M$  ও  $M'$  এর সাহায্যে দেখা যায়।

**বিভিন্ন স্থানের বিরাগ ও অবনতি :-** পূর্বে বলা হইয়াছে যে বিভিন্ন প্রদেশে ভিন্ন ভিন্ন বিরাগ ও অবনতি দৃষ্ট হয়। নিম্ন তালিকায় কতকগুলি দেশের বিরাগ ও অবনতি প্রদত্ত হইল :-

	বিরাগ			অবনতি		
গ্রীণউইচ	১৬°	২৬'	প	৬৭°	৬'	উ
লংকং	০°	১৬'	পূ	৩১°	২০'	উ
মেলবোর্ন	৮°	২৬'	পূ	৬৭°	২৫'	দ
পোল (অস্ট্রিয়া)	৯°	২০'	প	৬০°	১৩'	উ
ম্যানিলা (ফিলিপাইন)	০°	৫২'	পূ	১৬°	১১'	উ
ব্যারাকপুৰ (১৯১৪)	০°	৩২' ২"	পূ	৩০°	৫৮' ২"	উ

**সম্পূর্ণ চুম্বক বল ও তাহার ভাগদ্বয় (Magnetic force and its components) :-** কোন স্থানে একটি চুম্বককে সর্বসত্তোভাবে আলগা করিয়া বুলাইলে, চুম্বকটি ঐ স্থানে পৃথিবীর চুম্বক বল যেদিকে সেই দিক লইয়া অবস্থান করে। এই দিককে তত্রত্য “সম্পূর্ণ চুম্বকবল দিক” বলে। এই সম্পূর্ণ



চিত্র—২৮

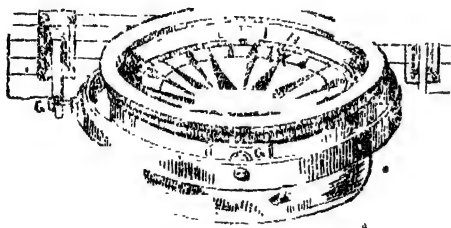
চুম্বক-বলকে যদি ভূ-সমান্তরাল ও খাড়া এই দুই দিকে ভাগ করা যায়, তবে ভূ-সমান্তরাল ভাগটি চুম্বককে চুম্বক বামোত্তর-তলে লইয়া যায় ও খাড়া ভাগটি চুম্বককে অধোদিককে হেলাইয়া দেয় এবং ইহাই অবনতির

কারণ। এখন যদি পৃথিবীর সম্পূর্ণ চুম্বক-বল হয় ‘ $I$ ’ এবং ইহার ভূ-সমান্তরাল ভাগ ‘ $H$ ’ ও খাড়া ভাগ ‘ $V$ ’ (চিত্র—২৮) হয়, তাহা

## বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

হইলে  $H = I \cos. i$ , ও  $V = I \sin. i$ । এই সম্পূর্ণ চুম্বক বল চুম্বক বিষুব দেশসমূহে সর্বাধিক। কারণ ঐ স্থানগুলি ভূ-চুম্বকের মেরু হইতে সর্বাধিক দূরে এবং বত 'অক্ষ' বাড়িতে থাকে অর্থাৎ যত মেরুপ্রদেশের দিকে অগ্রসর হওয়া যায়, এই বল ততই বাড়িতে থাকে এবং ইহা চুম্বক মেরুপ্রদেশদ্বয়ে সর্বাধিক। চুম্বক মানচিত্রে সমবলের দেশসমূহকে যে রেখা দ্বারা সংযোগ করা হয় তাহাকে 'সম-বল রেখা' বা আইসোডিনামিক লাইন ( Iso-dynamic line ) বলে।

নাবিকের দিগ্‌নির্দেশ্য যন্ত্র ( Mariner's Compass )  
ভূ-চুম্বকস্থলোলা সমুদ্রের উপর দিগ্‌নির্দেশ্য কাষে সুবিসহায়তা করে। আমরা জানি যে একটি স্থচ-চুম্বক উত্তর-দক্ষিণ মেরুর দিক লইয়া অবস্থান



চিত্র—২৯

করে এবং বিরাগ মানচিত্রে ও পাওয়া যায়, সুতরাং ঝুলান-মান চুম্বকের দিক ও তত্ত্ব বিরাগ হইতে জাহাজের গন্তব্যাদিক ঠিক করা

হয়। নাবিকগণের এই ঝুলানমান চুম্বকযন্ত্রকে 'দিগ্‌নির্দেশ্য যন্ত্র' বলে (চিত্র—২৯)। ইহাতে একটি ৩২ ভাগে বিভক্ত বৃত্তাকার ডায়াল আছে (চিত্র—৩০)। এই বিভাগগুলি এইরূপে পাওয়া যায় :—

প্রথমতঃ বৃত্তটিকে কেলে সমকোণ করিয়া চারি ভাগে ভাগ করিতে হইবে। এই রেখা গুলির শেষভাগে যথাক্রমে N, E, S, W এই চারি অক্ষর দ্বারা উত্তর, পূর্ব, দক্ষিণ ও পশ্চিম দিক নির্দিষ্ট হয়। পরে প্রত্যেক রেখাদ্বয়ের মাঝখান দিয়া বোনা টানিয়া সমকোণ গুলিকে স্থিতিশীল করিতে হইবে। এই রেখাগুলির টান্ধে যে N ও E এর মধ্যে থাকে তাহাকে N,E, যেটা E ও S এর মধ্যে

থাকে তাহাকে S,E, যেটা S ও W এর মধ্যে থাকে তাহাকে S,W ও যেটা W ও N এর মধ্যে থাকে তাহাকে N,W দ্বারা চিহ্নিত হয়। এই ভাবে বৃত্তটি ৮ ভাগে বিভক্ত হইল। পরে আবার প্রতি রেখাঘরের মধ্যস্থল দিয়া রেখা টানিয়া এই ৮টি কোণকে দ্বিখণ্ডিত করিয়া ১৬টি করিতে হইবে। ইহাতে ৮টি রেখার প্রয়োজন হইবে, N,E, S,E, S,W, ও N,W এই চারি রেখার প্রত্যেকের দুইদিকে দুইটি করিয়া। তন্মধ্যে যেটা N, E রেখার N দিকে পড়ে, তাহাকে N,N,E, যেটা E এর দিকে পড়িবে তাহাকে E,N,E এই ভাবে N,E, S ও W এই চারিটিকে গোড়ায় চিত্রিত করিতে হয়। সর্ব শেষে এই ১৬টি কোণকে দ্বিখণ্ডিত করিয়া ৩২টি করিতে হইবে। ইহাতে ১৬টি রেখার প্রয়োজন হইবে। ইহাদিগকে চিহ্নিত করিতে হইলে কোন রেখা যে রেখাঘরের মধ্যে পড়ে তন্মধ্যে যেটা পূর্বপ্রাপ্ত তাহাকে লইতে হয় (যথা N ও N,N,E র মধ্যে পড়িলে N কে লইতে হইবে, N,E ও N,N,E বা E,N, E এর মধ্যে পড়িলে N,E কে লইতে হইবে) ও তাহার N,E,S,W এই চারিদিকের মধ্যে যে দিকে পড়ে সেই দিকটি লইতে হয় ও ইহাদের মাঝে b এই অক্ষরটি লিখিত হয়, যথা—

N ও N,N,E মধ্যস্থ রেখা N.b.N দ্বারা চিহ্নিত হয়

N,E ও E,N,E " " N.E.b.E " " "

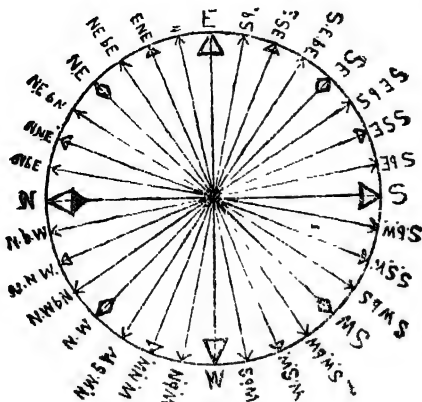
E ও E,S,E " " E.b.S " " "

SW ও W.S.W " " S.W.b.W " " "

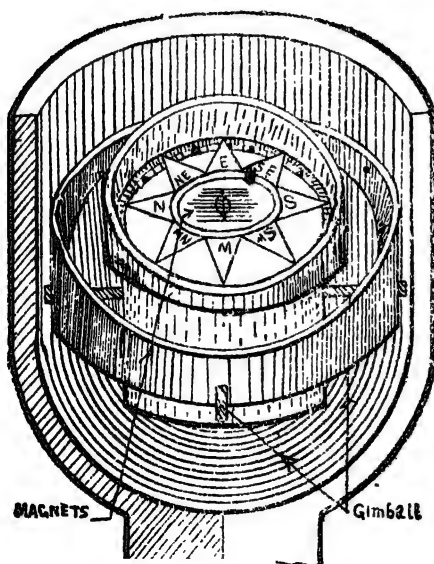
N.W. ও W,N.W " " N.W.b.W " " "

এইভাবে প্রস্তুত ডায়ালের কেন্দ্র হইতে নিম্নদিকে চুষক-সূচটি ঝুলান থাকে সূচটি সচরাচর একটি চুষকে প্রস্তুত না হইয়া চুষকে পরিণত কতকগুলি ঘড়ির স্প্রিং-এর সমাহার বাহা লম্বভাবে থাকে। ৩১ চিত্রে ইহার সমান্তরালরেখা দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। ১৮সহ ডায়ালটি একটি কাঁচ বিশিষ্ট বাক্সের মধ্যে আবদ্ধ থাকে, জাহাজ ছলিবার সময় বাহাতে বায়ুটি ভূ-সমান্তরাল থাকিতে পারে তৎক্ষণাৎ বায়ুটি একজোড়া আড়কী-লকে বন্দান আছে। এই আড় কীলককে গিম্বল (Gimbal) বলে। ইহা সমকোণে সম্মিত দুইটি কীলকে গঠিত। এই দিগনির্ণয় যন্ত্রের ছেদিত চিত্র দেওয়া হইল (চিত্র—৩১)।

কয়েকটি কারণ বশতঃ এই যন্ত্র দ্বারা ভুল দিক দর্শিত হইতে পারে, যথা ;



চিত্র—৩০



চিত্র—৩১

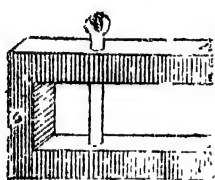
(১) জাহাজ গঠন কালে লৌহময় অংশ তাত্ত্বিক আঘাত দ্বারা চুম্বকীভূত হয়—এই চুম্বকগুলি দ্বারা 'দিগ্ধ-নির্ণয় যন্ত্রের উপর যে ফল হয় তাকে সেমিসার্কুলার এরর (Semi-circular error) বলে। এই ফল নষ্ট করিবার নিমিত্ত সচ চুম্বকের নিয়ে লম্বালম্বি ভাবে একটা স্থায়ী চুম্বক স্থাপিত করা থাকে।

(২) জাহাজকে ভাসাইবার সময় ভূ-চুম্বক দ্বারা সম্ভাবন হেতু নরম লৌহময় অংশগুলি চুম্বকীভূত হইয়া যে কুফল ঘটায় তাহাকে কোয়ড্র্যান্টাল এরর (Quadrantal error) বলে। ইহা বাদ করিতে হইলে যন্ত্রটির চতুর্দিকে আড়া আড়ি ভাবে কতকগুলি নরম লৌহখণ্ড বা চুম্বক রাখা হয়।

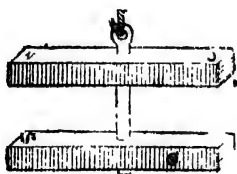
(৩) লৌহময় মাল বোঝাই করিলে যে কুফল ফলে তাহাকে কার্গো এরর (Cargo error) বলে।

(৪) তরঙ্গের সহিত জাহাজের থোলন হেতু যে কুফল হয় তাহাকে হীলিং এরর (Heeling error) বলে। ইহা রদ করিতে হইলে চুম্বক-স্বচের ঠিক নিয়ে খাড়া ভাবে কতকগুলি চুম্বক রাখা হয়।

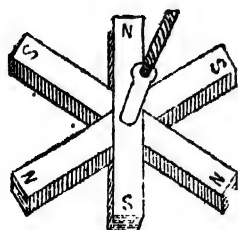
**অস্থিতিপ্রবণ সূচ ( Astatic Needle )**—অনেক সময় এরূপ চুম্বকের প্রয়োজন হয় যাহা ভূ-চুম্বকের দ্বারা বিচলিত হইবে না। তাহাকে অস্থিতি-প্রবণ চুম্বক অথবা ‘এস্ট্যাটিক ম্যাগনেট’ ( Astatic Magnet ) বলে। ইহাতে চুম্বকে এরূপ ভাবে সাজান হয় যে উহার একই দিকে ভূ-চুম্বকের সম পরিমাণে বিপরীত ফল হয়। যথা;— একটি চুম্বকে যদি ৩২ চিত্রে দর্শিত ভাবে বঁকান হয়, তবে উহার একই দিকে মেরুদ্বয় থাকায় উহার একই দিকে পৃথিবীর ফল সম



চিত্র—৩২



চিত্র—৩৩



চিত্র—৩৪

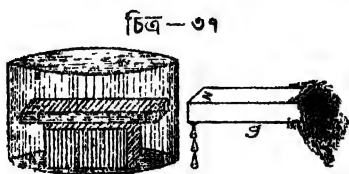
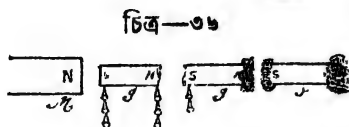
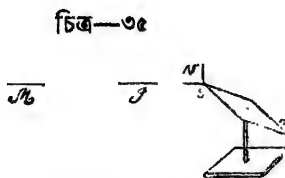
পরিমাণে বিপরীত দিকে হইবে, সুতরাং উহা আর ঘুরিয়া যাইবে না, যে কোন অবস্থায় অবস্থান করিতে সক্ষম হইবে।

‘নোবিলি’ নামক একজন বিজ্ঞানবিদ সম তেজের সম আকৃতির চুম্বকের বিপরীত পোল একদিকে করিয়া খাটাইয়া ‘অস্থিতি প্রবণ’ চুম্বক প্রস্তুত করেন। ইহাকে নোবিলির ‘এস্ট্যাটিক পেয়ার’ ( Pair ) বলে। ইহাতে একটি চুম্বকের উপর পৃথিবীর যে ফল হয়, অপরটির উপর বিপরীত ফল হয়, সুতরাং উভয়ের ফল মিলিত হইয়া উভয়েই নষ্ট হইয়া যায়। অপর একপ্রকারে অস্থিতি প্রবণ চুম্বক হস্তে পারে। ইহাতে কতকগুলি সমতেজের সম-আকৃতির চুম্বকে মাঝখানে এরূপভাবে আবদ্ধ করা হইয়াছে যেন তাহাদের পরস্পরের বিপরীত মেরুগুলি

সন্নিহিত থাকে এবং তাহাদের মধ্যস্থ কোণগুলি সব সমান হয়।

## দ্বিতীয় পরিচয় ।

**সম্ভাবন বা ইণ্ডাকশন ( Induction )** :—‘চুম্বকের সান্নিধ্য হেতু লৌহের চুম্বকত্ব-প্রাপ্তিকে চুম্বক-সম্ভাবন বলে’ । যদি একটি চুম্বকের মেরুর নিকট লৌহখণ্ড রাখা যায় (১) লৌহটি লৌহচুর প্রভৃতি চুম্বক পদার্থকে আকর্ষণ করিতে সক্ষম হয়(চিত্র ৩৫), (২) এবং একটি



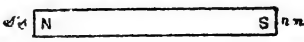
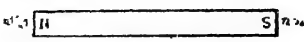
চিত্র—৩৮

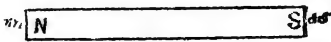
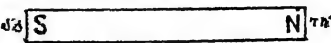
যায় যে বাহিরে সম্ভাবন কার্য সাধিত হয়, (চিত্র—৩৮) ।

চুম্বক-মুচ দ্বারা পরীক্ষা করিলে আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ হইতে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে লৌহের যে শেষাংশটি চুম্বক মেরুর নিকটে তাহা বিপরীত মেরুত্ব ও যেটি মেরু হইতে দূরে তাহা অনুরূপ মেরুত্ব প্রাপ্ত হয়, (চিত্র ৩৬) এবং আরও দৃষ্ট হইবে যে এই চুম্বক সম্ভাবন, সম্ভাবিত চুম্বক দ্বারা তৎসম্বন্ধিত অল্প লৌহে এবং এই লৌহ হইতে তৎপরবর্তী অপর লৌহে, এইভাবে পর পর অনেক লৌহে হইতে পারে (চিত্র ৩৭)। আর কাঁচ বা কাগজ প্রভৃতি বস্তু দ্বারা নির্মিত জারের মধ্যে চুম্বকটিকে স্থাপন করিয়া পরীক্ষা করিলে দেখা

**সম্ভাবন আকর্ষণের কারণ** (Attraction is due to Induction) :—চুম্বক দ্রব্যের প্রতি চুম্বকের আকর্ষণের হেতু “সম্ভাবন” । সম্ভাবিত অল্পরূপ মেরু অপেক্ষা সম্ভাবিত বিপরীত মেরু সম্ভাবক মেরুর নিকটবর্তী বলিয়া বিপরীত মেরুদ্বয়ের আকর্ষণ বল অল্পরূপ মেরুদ্বয়ের নিক্ষেপণ বল অপেক্ষা অধিক । সুতরাং আকর্ষণ পরিলক্ষিত হয় ।

**স্থায়ী ও ক্ষণিক চুম্বক ও রক্ষণ ক্ষমতা** (Permanent and temporary magnet and Retaintivity):—ষ্টিলের মধ্যে চুম্বকত্ব স্থায়ীভাবে সম্ভাবিত হয় কিন্তু নরম লৌহের ( soft-iron ) মধ্যে উষ্ণ ক্ষণিক ভাবে সম্ভাবিত হয় অর্থাৎ সম্ভাবক মেরু যতক্ষণ উহার সমীপে থাকে ততক্ষণ উহার চুম্বকত্ব থাকে । অর্থাৎ ষ্টিলের রক্ষণ ক্ষমতা বা ( retaintivity ) খুব বেশী এবং নরম লৌহের রক্ষণ-ক্ষমতা প্রায় নাই বলিলেই হয় । এই রক্ষণ-ক্ষমতা ষ্টিলের কঠিনতার উপর নির্ভর করে এবং স্থায়ী চুম্বকের জড় ( কড়া পাইনের ) টাংস্টেন ষ্টিলই ( glass hardened tungsten steel ) প্রশস্ত ।

**হানিকর সম্ভাবন** ( Harmful induction ) :—হুইটি চুম্বকের অল্পরূপ মেরুদ্বয় একই দিকে রাখিয়া স্থাপন করিলে প্রত্যেক মেরু হইতে সম্ভাবন দ্বারা অপর চুম্বকের নিজস্ব মেরু গুলির স্থানে যথাক্রমে বিপরীত মেরু সম্ভাবিত হইবে  (চিত্র-৩৯) । সুতরাং মেরুগুলির তেজ  চিত্র—৩৯

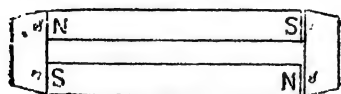
দ্বয় সাধারণ লৌহে পরিণত হইবে ।   চিত্র—৪০

এরূপ সম্ভাবন ক্রিয়াকে হানিকর সম্ভাবন বলে । কিন্তু যদি বিপরীত মেরুদ্বয়কে একই দিকে রাখিয়া স্থাপন করা যায় তাহা হইলে প্রত্যেক মেরু দ্বারা সম্ভাবন হেতু অপর চুম্বকের নিজস্ব মেরুগুলির স্থানে

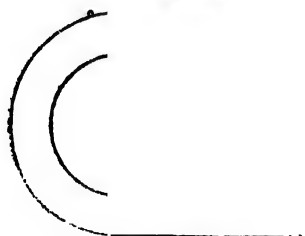


যথাক্রমে অম্লরূপ মেরু সম্ভাবিত হইবে (চিত্র—৪০)। সুতরাং এরূপভাবে রাখিলে চুম্বকের তেজ কখনও কমিতে পারে না। চিত্রে N ও S দ্বারা আদিম মেরু এবং n ও s দ্বারা সম্ভাবিত মেরু নির্দিষ্ট হইয়াছে।

**মেরু খণ্ড, রক্ষক বা সংযোজক ( Pole Piece, keeper or armature )** :—চুম্বক হইতে নির্গত হইয়া বায়ুর মধ্য দিয়া গমন কালে চুম্বক বলের তেজ কমিয়া যায়। কিন্তু যদি বায়ুর মধ্য দিয়া না যাইয়া কোন চুম্বক পদার্থের (যেমন লৌহের) মধ্য দিয়া যায় তাহা হইলে তেজ কমে না। এইজন্য চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয়কে সচরাচর নরম লৌহখণ্ড দ্বারা সংযোজিত করিয়া রাখা হয়। তাহাতে চুম্বকের তেজ আদৌ কমিবার সম্ভাবনা থাকে না। এরূপ লৌহখণ্ডকে মেরুখণ্ড (pole piece) বা রক্ষক (keeper) অথবা সংযোজক (armature) বলে। দণ্ড-চুম্বকের বেলায় দুইটি চুম্বক নইয়া দুইটি লৌহখণ্ড দ্বারা তাহাদের বিপরীত মেরুদ্বয়কে দুই দিকে সংযোগ



চিত্র—৪১



চিত্র—৪২

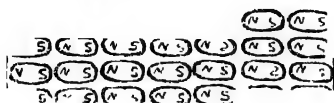
করিতে হয় (চিত্র-৪১)। অশুদ্ধাকার চুম্বক হইলে তাহার মেরুদ্বয় একইদিকে বলিয়া একখণ্ড লৌহ হইলেই চলে।

**চুম্বকত্বের অনুমান (Theory of magnetism) :—**

(১) **আণবিক অনুমান (Molecular theory) :—**

লৌহের অল্প পরমাণুগুলি নিজেরাই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র চুম্বক। সাধারণ লৌহে চুম্বকত্ব দৃষ্ট না হইবার কারণ এই যে, এই অল্প পরমাণুগুলি এরূপ এলোমেলো ভাবে সাজাইয়া থাকে যে কতকগুলির কার্যাবলী অন্য কতকগুলির বিপরীত কার্যাবলীর দ্বারা নষ্ট হইয়া যায়। যদি তাহাদিগকে

একপভাবে সাজান হয় যে সমস্ত বা অধিকাংশ N মেরু একদিকে ফিরিয়া থাকে, তাহা হইলে সমস্ত বা অধিকাংশ S মেরু বিপরীত দিকে



চিত্র—৪৩, ৪৪

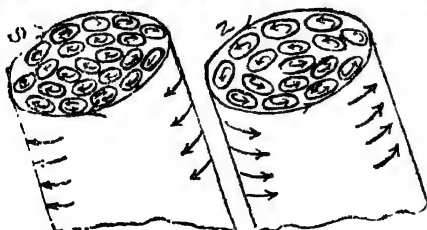


চিত্র—৪৫

বিপরীত মেরু পাওয়া যাইবে। সাদা ও কাল দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।

## (২) বৈদ্যুতিক অনুমান (Electrical theory) :—

আমপেয়ার কর্তৃক আরও সমুচিত ব্যাখ্যা প্রদত্ত হইয়াছে। তাঁহার মতানুযায়ী প্রত্যেক অম্লর উপর দিয়া বৃত্তাকারে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতেছে। ‘চুম্বকীভবনের’ পূর্বে এই অম্লগুলি একরূপ এলোমেলোভাবে সজ্জিত থাকে যে, এক এর প্রবাহ সম্বিহিত অপরের প্রবাহের বিপরীত।



চিত্র—৪৬

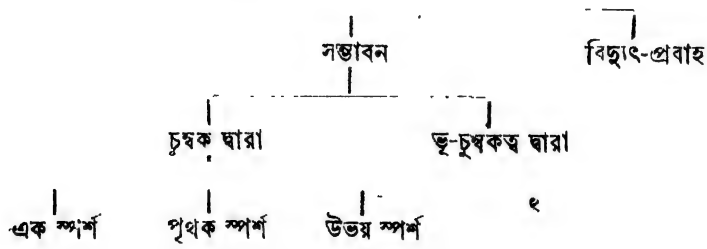
চিত্র—৪৭

সুতরাং প্রবাহ হেতু চুম্বক-কলগুলি উল্টাপাল্টা হয় বলিয়া তাহা বাহিরে দৃষ্ট হয় না। চুম্বক-করণ কালে অম্লগুলি একরূপভাবে

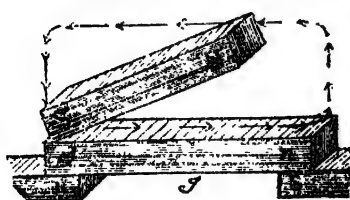
সজ্জিত হয় যে প্রবাহ-গুলি সব একই দিকে সমান্তরাল ভাবে বহিতে থাকে। প্রবাহগুলি

যতই সমান্তরাল হইতে থাকিবে, চুম্বকের ততই পুষ্টিসাধন হইবে। অবশ্য প্রবাহের দিক আমাদের লক্ষ্য করিবার দিকের উপর নির্ভর করে। যদি S মেরুর দিক হইতে দেখা যায় তাহা হইলে ঘড়ির কাঁটা যদিকে ঘুরে প্রবাহ সেই ভাবে বহিতেছে, আর যদি N মেরুর দিক হইতে লক্ষ্য করা যায় তাহা হইলে তাহার বিপরীত দিকে বহিতেছে বা ঘুরিতেছে। N ও S নির্দেশ করিতেছে। বহমান বিদ্যুতে প্রবাহের “চুম্বক ফল” পঠ করিলে এ বিষয়ের বিশেষ জ্ঞান হইবে। বলা বাহুল্য আনবিক প্রবাহের সমষ্টি গাত্র-প্রবাহ।

### চুম্বক-করণ পদ্ধতি (Magnetisation)



এক স্পর্শ (Single touch) একটি লৌহকে টেবিলের উপর শায়িত করিয়া

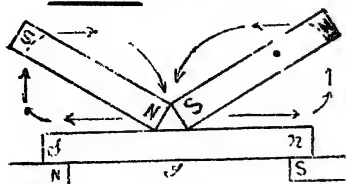


চিত্র—৪৮

একটি চুম্বকের একটি মেরুকে ঐ লৌহের উপর দিয়া ঘষিয়া এক প্রান্ত হইতে অপর প্রান্ত পর্যন্ত টানিয়া লইয়া যাইতে হইবে এবং একবার এরূপ ভাবে ঘষিয়া টানা হইলে মেরুটিকে তুলিয়া পুনরায় পূর্ব প্রান্তে বসাইয়া এরূপ ভাবে টানিতে হইবে।

লৌহটির এক পিঠের উপর বার কতক এরূপ করিতে হইবে। মেরুটি সোহের যে প্রান্তকে শেষ স্পর্শ করে তথায় বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয়।

**পৃথক স্পর্শ (Separate touch) :**—টেবিলের উপর শায়িত লৌহের মধ্যস্থলে দুইটি

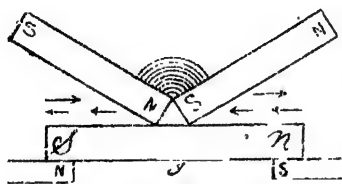


চিত্র—৪২

চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয় বসাইয়া লৌহের উপর দিয়া ঘষিয়া দুই প্রান্তের দিকে মেরু দুইটিকে পৃথক করিয়া টানিয়া লইয়া বাইতে হইবে ; পরে লৌহের শেষভাগদ্বয়ে উপস্থিত হইলে মেরুদ্বয়কে একস্পর্শের মত তুলিয়া পুনরায় লৌহের মধ্যস্থলে বসাইয়া এইরূপে

টানিতে হইবে। এক পিঠের উপর বারকতক এরূপ করিয়া লৌহটিকে উন্টাইয়া উ-টাপিঠে এরূপ করিতে হইবে। সাবধান যেন একই শেষভাগদিকে একই মেরু সব সময় টানা হয়। এইরূপ করিলে লৌহটি চুম্বক হইবে এবং একস্পর্শের মত যে মেরু যে প্রান্তকে শেষ স্পর্শ করে তথায় বিপরীত মেরু দৃষ্ট হইবে।

**উভয় স্পর্শ (Double Touch) :**—



চিত্র—৪৩

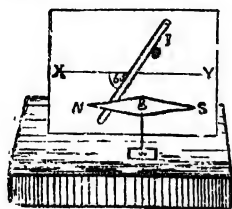
টেবিলের উপর শায়িত লৌহটির যে কোন স্থানে দুইটি চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয় একসঙ্গে বসাইয়া তাহাদিগকে পৃথক না করিয়া লৌহটির উপর দিয়া ঘষিয়া একবার এক প্রান্ত পর্য্যন্ত, পরবারে উ-টাদিকে অঙ্গ প্রান্ত পর্য্যন্ত এইরূপে বারকতক টানিতে

হইবে। পরে লৌহটিকে উন্টাইয়া উ-টা পিঠে বারকতক এইরূপ করিলেই লৌহটি চুম্বকে পরিণত হইবে। সাবধান যেন লৌহটির একই প্রান্তে একই মেরু সর্ব সময়ে থাকে। যে মেরু যে প্রান্তে থাকে সেই প্রান্তে বিপরীত মেরু দৃষ্ট হয়।

**দ্রষ্টব্য—** চুম্বক করণে চুম্বকমেরুকে লৌহের উপর ঘষিতে হইবে কি লৌহকে ঘষিতে হইবে তাহা স্থবিধা সাপেক্ষ। যথা—বিদ্যুৎ প্রবাহ জনিত চুম্বক (Electro-magnet) সাহায্যে চুম্বক করণে চুম্বককে নড়ন চড়ন কষ্টসাধ্য বলিয়া সচরাচর লৌহকে চুম্বক মেরুর উপর ঘষা হয়। আর লৌহকে কেবল টেবিলের উপর শায়িত না করিয়া দুইটি চুম্বকের বিপরীত মেরুদ্বয়ের উপর শায়িত করিলে চুম্বক করণ কার্য খুব সরল হইয়া যায়। তবে লক্ষ্য রাখা কর্তব্য যে লৌহের যে প্রান্তে যে রূপ মেরু টানা হইবে সেই প্রান্তটী যেন সেরূপ মেরুর উপর শায়িত হয়।

**ভূ-চুম্বক দ্বারা (By earth's induction) :**—একটি

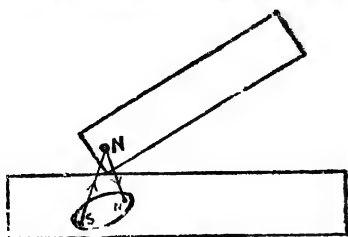
লৌহকে সম্পূর্ণ চুম্বক-বলদিকে রাখিয়া আন্তে আন্তে হাতুড়ির ঘা দিলে ঐ লৌহ চুম্বকে পরিণত হয়। এইভাবে অনেক সময় পেটা



চিত্র—৫১

পরের ইত্যাদি প্রস্তুত কালে চুম্বক হইয়া যায়। (N. B.) ম্যাগনেটো প্রভৃতির অশ্মক্ষুরাকৃতি চুম্বক বৈদ্যুতিক চুম্বক দ্বারা চুম্বক করণ বিধি ঠিক এইরূপ। অশ্মক্ষুরাকৃতি চুম্বকের শেষভাগদ্বয় বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুদ্বয়ে রক্ষিত হয়, পরে উহাকে উহার শেষভাগদ্বয়ের একবার এক-দিকে, পরে অগ্ন্যদিকে একটু একটু কাৎ করিয়া ছাড়িয়া দেওয়া হয় বাহ্যতে প্রতি বার উহা মেরুদ্বয় দ্বারা আকৃষ্ট হইয়া সঞ্চারে তাহাদের উপর পড়ে ও সেই আঘাতে অল্প পরমাত্মগুলির কম্পন হয় এবং উহার সহজে সজ্জিত হয়। চুম্বককরণের পর তাড়িং বা বিদ্যুৎ প্রবাহ চুম্বক হইতে তুলিয়া লইবার পূর্বে হইতেই অশ্মক্ষুর-চুম্বকের শেষভাগদ্বয় মেরুদ্বয় দ্বারা সংযুক্ত করিয়া রাখিতে হয় ও যতক্ষণ কোন আর্মেচার দেওয়া না যায় ততক্ষণ উহাকে মেরুদ্বয় হইতে সরান হয় না (চিত্র—৫৪)।

উল্লিখিত চারি প্রকার চুম্বক-করণের মূল কারণ চুম্বকের, বৈদ্যুতিক চুম্বকের বা ভূ-চুম্বকের চুম্বকত্বের দ্বারা সম্ভাবন। সম্ভাবন দ্বারা লৌহের অল্প পরমাত্মগুলি এরূপ ভাবে সজ্জিত হয় যে সমস্ত বা অধিকাংশ



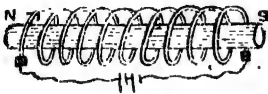
চিত্র—৫২

সাধিত হয়। এই ক্ষিয়ার সময় লৌহকে আন্তে আন্তে ঘা

N-মেরু একদিকে ফিরিয়া যায় ও সমস্ত বা অধিকাংশ S-মেরু বিপরীত দিকে ফিরিয়া যায়। এই কার্য চুম্বককারী চুম্বকের মেরু ও লৌহের অল্প পরমাত্ম মেরুগুলির মধ্যে আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ দ্বারা

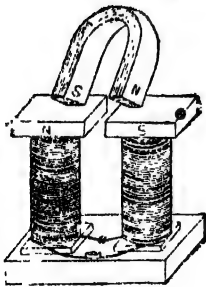
মারিলে অল্প পরমাণুগুলির কম্পন হয় ও সেই অবস্থায় উহার সহজে ঘুরিয়া মেরু হিসাবে সাজাইয়া যাইতে সক্ষম হয়। এই চুম্বককরণে সাবধান হইতে হইবে যেন স্থায়ী চুম্বকের ষ্টিলে কোন প্রকারে জোরে আঘাত না লাগে, কারণ উহার পাইন এত কড়া যে উহা কাঁচের ধাতের ত্রাস ভঙ্গুর, সুতরাং ভাঙ্গিয়া যাইবার বিশেষ সম্ভাবনা।

‘বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা চুম্বক কল্পণ (Magnetisation by Electric current):—একটি লৌহকে বিদ্যুৎ প্রবাহ বহনকারী রোধিত (Insulated) তারের গুটির (Coil) মধ্যে প্রবেশ করাইলে উহা (দুই শেষভাগে) দুই মেরুবিশিষ্ট চুম্বকে পরিণত হয় (চিত্র—৫৩)।

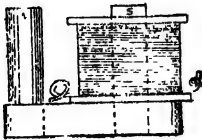


চিত্র—৫৩

এই তাড়িত চুম্বকের তেজ প্রবাহের তেজের উপর, গুটির পাকসংখ্যার ও লৌহের আকৃতি প্রকৃতির উপর



চিত্র—৫৪



চিত্র—৫৫

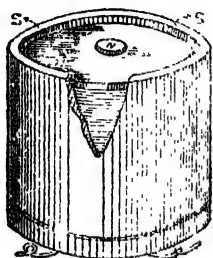
নির্ভর করে ইহা পরে বলা হইতেছে। বৈদ্যুতিক চুম্বকের অস্থায়ীকৃতি নরম লৌহটি সচরাচর একটি ভারী ভিত্তিতে আবদ্ধ থাকে। এই লৌহের দুই দিকের দুই বাহুতে দুইটি ‘রোধিততারের’ গুটিবিশিষ্ট বিদ্যুৎরোধিত কাঠিম পরাইয়া দেওয়া হয়। এই কাঠিমদ্বয়ে তার এরূপভাবে জড়ান ও সংযুক্ত থাকে যে উপর হইতে দেখিলে, একটি গুটিতে প্রবাহ ঘড়ির কাঁটার দিকে ও অপরটীতে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে (বিদ্যুৎ চালনা করিলে) প্রবাহিত হইতে দেখায়। বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুত্ব, প্রবাহ ঘূর্ণনের দিকের উপর নির্ভর করে। বহমান বিদ্যুতে প্রবাহের চুম্বকগুণাবলী পাঠ করিলে দেখা যায় যে মেরুর দিক হইতে যে কয়েকটিতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার দিকে

যে মেরুর দিক হইতে যে কয়েকটিতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার দিকে

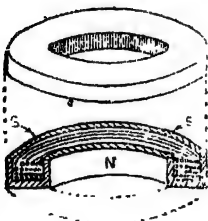
ঘুরিতে দৃষ্ট হইবে তদ্বারা S মেরু ও যে কয়েলটিতে প্রবাহ তাহার বিপরীত দিকে দৃষ্ট হইবে তদ্বারা N মেরু সৃষ্ট হইবে। কতকগুলি বিভিন্ন প্রকারের



চিত্র—৫৬



চিত্র—৫৭



চিত্র—৫৮

বৈদ্যুতিক চুম্বকের চিত্র দেওয়া হইল :—

বৈদ্যুতিক চুম্বকের নিয়ম (Laws of Electro-Magnet):—(১) বৈদ্যুতিক চুম্বকের

তেজ উন্নয়ন প্রবাহের তেজের অনুরূপ (২)

বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ গুটির পাকসংখ্যার

অনুরূপ অর্থাৎ এই উভয় নিয়ম একত্র করিলে

বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ আমপেয়ার পাকের

অনুরূপ, (৩) বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ লৌহের

ধাতের উপর নির্ভর করে। যথা;—নরম

লৌহের তেজ খুব অধিক হয়, কিন্তু প্রবাহ

বন্ধের সহিত চুম্বকত্বও নষ্ট হইয়া যায়, আবার

ইস্পাতে যদিও চুম্বকত্বের তেজ খুব বেশী হয় না,

কিন্তু প্রবাহ বন্ধ হইলেই অধিকাংশ চুম্বকত্ব পরেও

থাকে—যদি প্রবাহের তেজ ঠিক থাকে।

(৪) বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ গুটির তারের

পদার্থের উপর বা উহার ব্যাসের উপর নির্ভর

করে না।

চুম্বকত্ব নাশ (Destruction of Magnetism):—

(১) সম্ভাবন দ্বারা (ক) কোন চুম্বক মেরুর দ্বারা (খ) ভূ-চুম্বকদ্বারা, যথা—

উত্তরমেরু প্রদেশে যদি চুম্বকের দক্ষিণ অশ্বেষণকারী মেরুকে নিয়ে রাখা

যায় বা দক্ষিণমেরু প্রদেশে যদি উত্তর অশ্বেষণকারী মেরুকে নিয়ে রাখা

যায়। এই সকল স্থলে আদিম মেরুর বিপরীত মেরু সম্ভাবিত হয় ও

তদ্বারা চুম্বক তেজ হ্রাস বা ধ্বংস হয়।

(২) দুর্ব্যবহার, —ষেচ্ছায় বা আকর্ষিক—বাহাতে অল্প পরমাণুগুলির কম্পন হইতে পারে।

(৩) চুম্বকে লোহিত তণ্ড করিলে—

(৪) চুম্বকে মোচড়াইলে—

**চুম্বক-করণের ফল (Effects of Magnetisation) :—**

(১) লৌহ বা ইস্পাতকে চুম্বক করিলে উহা দৈর্ঘ্যে সামান্য বাড়িয়া যায়। এই বৃদ্ধি অত্যন্ত অল্প। সম্পূর্ণ ভাবে চুম্বক করিলেও এই বৃদ্ধি পূর্বের দৈর্ঘ্যের মাত্র  $\frac{1}{1000}$  ভাগ। উত্তপ্ত হইলে যেমন বস্তুর আয়তন বাড়ে, চুম্বক-করণ কালে কিস্তি সেরূপ হয় না, উহার দৈর্ঘ্যবৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে স্থূলতা কমে। এই দৈর্ঘ্যবৃদ্ধির কারণ এই যে অণুগুলির আকার ঠিক গোলাকার নহে, কমলালেবুর মত একদিকের ব্যাস অপরদিকের ব্যাস অপেক্ষা ঈষৎ বড় এবং অল্পের মেরুদ্বয় এই বৃহৎ ব্যাসে স্থিত। স্তত্রাং, চুম্বকীভবন কালে এই বৃহৎ ব্যাসগুলি দৈর্ঘ্যের দিকে সম্মিলিত হয় বলিয়া চুম্বকের দৈর্ঘ্য বাড়ে ও স্থূলতা কিছু কমে।

(২) চুম্বকীভবন ও চুম্বক নাশের সময় চুম্বকপদার্থে ঈষৎ টিক্ টিক্ শব্দ হয়।

(৩) যখন লৌহদণ্ডে দ্রুত চুম্বকীভবন ও চুম্বক নাশ হয়, তখন উহা উত্তপ্ত হইয়া উঠে। ইহা হইতে অনুমান হয় যে চুম্বকীভবন কালে চুম্বক পদার্থের অণুগুলির মধ্যে ঘর্ষণ হয়।

(৪) চুম্বকীভবন কালে বক্র দণ্ড সোজা হইবার চেষ্টা করে।

**চুম্বক বল-রেখা ও রাজ্য (Magnetic lines of force and Field of force) :—** বল-রেখা (Lines of force) :—

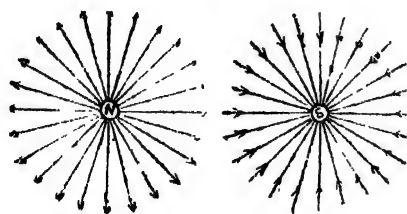
একটি মেরু, লৌহকে বা বিপরীত মেরুকে আকর্ষণ করে ও অল্পরূপ মেরুকে নিক্ষেপ করে। এই আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ বল মেরু তেজের গুণ ফলের অনুরূপ ও তাহাদের ব্যবধানের বর্গের বিক্রপ। এ বিষয়ের কিছু কারণ দেখাইবার জন্ত ধরিয়া লওয়া হয় মেরুগুলি “বলরেখা” নামীয়



কতকগুলি রেখার উৎপত্তি বা সন্ধিস্থান ব্যতীত আর কিছুই নহে এবং এই বলরেখা গুলিতে যথোপযুক্ত গুণ আরোপ করিয়া উল্লিখিত ঘটনা গুলির সামঞ্জস্য করা হয়। বলরেখার আন্তঃ সম্বন্ধে বার্তাবিক কিছু সত্য আছে কিনা তাহা জানা নাই, তবে বিদ্যুতের সহিত চুম্বকত্বের সম্বন্ধকে সহজে বুঝিতে গেলে এইরূপ ধারণা করিয়া লইতে হয়।

**বলরাজ্য ( Field of force )** :—চুম্বকের চারিদিকে যেস্থানে চুম্বকবল অর্থাৎ বলরেখা আছে তাহাকে চুম্বক-বলরাজ্য বলে। এই বলরাজ্যে প্রত্যেক স্থানের চুম্বকবল দূরত্বের উপর ( বিকল্পবর্গ অনুযায়ী ) নির্ভর করে ও ঐ চুম্বক বলের দিক বলরেখার দিক দ্বারা নির্দিষ্ট হয়। যেহেতু বলরেখাগুলি সব বক্ররেখা, কোন বিন্দুতে চুম্বক বলের দিক ঐ বিন্দুতে বলরেখার “স্পর্শক” দ্বারা নির্দিষ্ট হয়। বলরেখাতে এই গুণদ্বয় আরোপ করা হয় (১) ইহার সঙ্কেতনশীল অর্থাৎ বঙ্কিত রবারের সূতার মত কৌচকাইয়া ছোট হইবার চেষ্টা করে; (২) ইহার পরস্পরকে নিক্ষেপ করে ( অতএব দুইটি রেখা মিলিতে পারে না )।

তাহা স্বীকৃত হয় যে N-মেরু বলরেখার উৎপত্তিস্থান ও S-মেরু উহাদের



চিত্র—৫২

চিত্র—৫৩

সন্ধিস্থল, স্তত্রাং তাহাদিগকে একাকী ভাবে আঁকিলে (চিত্র ৫২-৫৩) অমুরূপ হইবে।

**একাকী মেরুর রাজ্য ( Field due to isolated poles )** :—

যেহেতু বলরেখারা পরস্পরকে নিক্ষেপ করে, তাহার কারণে কোন একটি মেরু হইতে—কেন্দ্র হইতে বৃত্তের ব্যাসার্ধবৎ—চতুর্দিকে সমভাবে ছড়াইয়া পড়িবে। স্তত্রাং যদি তীরের দ্বারা বলরেখার দিক নির্দেশ করা যায় তাহা হইলে চিত্র ৫২ অনুযায়ী একাকী N বা চিত্র ৫৩

অনুযায়ী S মেরু নির্দিষ্ট হইবে। যেহেতু N-মেরুকে বলরেখার উৎপত্তি স্থান ধরা হয়, ৫৯ চিত্রে বলরেখাগুলি যেন উহা হইতে নির্গত হইয়া চতুর্দিকে ছড়াইয়া পড়িতেছে। আর S-মেরুকে বলরেখার সন্ধিস্থল ধরা হয় বলিয়া ৬০ চিত্রে বলরেখাগুলি যেন চতুর্দিক হইতে আসিয়া ঐ মেরুতে নিহিত হইতেছে।

**মেরুর বলরেখা সংখ্যা :—**ইহা মেরুর তেজের উপর নির্ভর করে। একক বর্গ পরিমিত তলের উপর একক বলের পরিবর্তে লম্বভাবে একটি করিয়া বলরেখা ধরা হয়। অতএব এখন যদি M তেজের একটি মেরুকে একক ব্যাসার্ধ (১ সেটিমিটার) গোলকের কেন্দ্রে অবস্থিত অনুমান করা যায়, তাহা হইলে বেহেতু ঐ গোলকের তলের প্রতি বিন্দু, মেরু হইতে একক ব্যবধানে স্থিত, ইহার প্রতি একক বর্গ পরিমিত তলের উপর M বল হইবে। সুতরাং প্রতি একক বর্গ পরিমিত তলের মধ্য দিয়া M সংখ্যক বলরেখা যাইতেছে, কিন্তু গোলকটির তলের সমস্ত বর্গ পরিমাণ  $4\pi$  ( $4\pi r^2$  হইতে, কারণ  $r=1$ ), অতএব গোলকটির সমস্ত তলের মধ্য দিয়া অর্থাৎ মেরুর চতুর্দিকে  $4\pi M$  সংখ্যক বলরেখা বিস্তৃত হইতেছে।

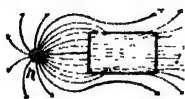
(১) তলদ্বারা কণ্ঠিত বলরেখার সংখ্যা মেরু-তেজের অনুরূপ :— উপরে প্রমাণ হইয়াছে যে, M তেজের মেরুর বলরেখার সংখ্যা  $4\pi M$ , সুতরাং বলরেখার সংখ্যা মেরুতেজের অনুপাতে হয়। অতএব কোন তলদ্বারা কণ্ঠিত বলরেখার সংখ্যা মেরুতেজের অনুপাতে হইবে।

(২) তলদ্বারা কণ্ঠিত বলরেখার সংখ্যা ব্যবধানের বর্গের বিরূপ :— ধরা যাউক যেন একটি একক বর্গ পরিমিত তল M তেজের মেরু হইতে D দূরত্বে বল রেখার সহিত সমকোণ করিয়া বসান হইয়াছে। ইহাতে অনুমান করিতে হইবে যেন তলটি D ব্যাসার্ধ গোলকের

অংশ ও মেরুটি গোলকের কেন্দ্রে স্থিত। যেহেতু মেরুটির সমস্ত বলরেখার সংখ্যা  $4\pi M$  ও গোলকটির সমস্ত তলের বিস্তৃতি  $4\pi D^2$ , এই  $4\pi M$  বলরেখা  $4\pi D^2$  বিস্তৃতির উপর সমভাবে ছড়াইয়া পড়িতেছে। সুতরাং  $D$  দূরত্বে স্থিত একক পরিমিত বিস্তৃতির উপর  $\frac{4\pi M}{4\pi D^2}$ -সংখ্যক বলরেখা পড়িতেছে। অতএব দেখা যাইতেছে যে কণ্ঠিত বলরেখার সংখ্যা মেরুতেজের অনুরূপ ও ব্যবধান বর্গের বিকল্প।

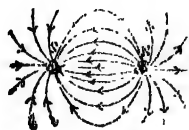
বলরেখার অপর একটি নাম ফ্লাক্স (Flux) এবং বলরেখার সঞ্চিত সমকোণকারী একক বর্গ পরিমিত তলের মধ্য দিয়া বলরেখার সংখ্যাকে 'ফ্লাক্স-ডেন্সিটি' (Flux density) বা 'বলরেখা-ঘনতা' বলে।

এখন আকর্ষণ, নিক্ষেপণ ও বলপরিমাণ অর্থাৎ বিকল্প বর্গ নিয়মের কারণ নির্দেশ করা হইবে। (১) লৌহ ও মেরুর আকর্ষণ :—একটি লৌহকে চুম্বক রাজ্যে রাখিলে,—যেহেতু লৌহ চুম্বক পদার্থ এবং ইহা বলরেখার সুন্দর 'মধ্যগ' (Medium) অর্থাৎ বলরেখারা ইহার মধ্য দিয়া গমনে বিশেষ বাধা পায় না,—সেই হেতু অধিকাংশ বলরেখা গমনে বাধা না পাইবার



চিত্র—৬১

জন্ত লৌহের মধ্য দিয়া যাইবার নিমিত্ত ইহার দিকে বাঁকিয়া আসে (চিত্র-৬১) এবং মেরু হইতে লৌহে পতিত বলরেখাগুলির সঙ্কোচনশীলতাই মেরু ও লৌহের মধ্যে আকর্ষণের কারণ।

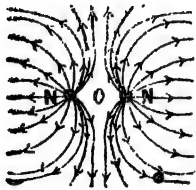


চিত্র—৬২

(২) বিপরীত মেরুদ্বয়ের আকর্ষণ :—যদি একটি  $N$  ও একটি  $S$  মেরু থাকে তাহা হইলে  $N$  মেরু হইতে প্রসারিত অধিকাংশ বলরেখা নির্গত হইয়া দেখিবে যে নিকটে  $S$  মেরু আছে, ইহা তাহাদের সন্ধিস্থল। সুতরাং তাহারা তাহাতে পড়িবে (চিত্র—৬২)। এই  $N$  মেরু হইতে  $S$  মেরুতে পতিত বলরেখাগুলির সঙ্কোচনশীলতাই মেরুদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণের কারণ। যেহেতু বল লৌহের উপর

বা বিপরীত মেরুতে পতিত ফ্লাক্সের উপর নির্ভর করে এবং এই ফ্লাক্স ঘনতা মেরুতেজের অনুরূপ ও ব্যবধান বর্গের বিকল্প সূত্রাং আকর্ষণ বল বিকল্পবর্গ নিয়মানুযায়ী হয়।

অনুরূপ মেরুদ্বয়ের মধ্যে নিষ্ক্ষেপণ :—যদি দুইটি একই মেরুকে লওয়া যায়, তাহা হইলে একটি মেরুর বল রেখাগুলি সর্বদিকে প্রসারণ কালে একদিকে দ্বিতীয় মেরুটির একই প্রকার বলরেখার সম্মুখীন হইবে এবং যেহেতু বলরেখারা পরস্পরকে নিষ্ক্ষেপ করে, এই দিকের বলরেখাগুলি ফিরিয়া বিপরীত দিকে যাইতে বাধ্য হইবে। ঠিক সেইরূপ দ্বিতীয় মেরুটির বলরেখাগুলির মধ্যে যাহারা প্রথম মেরুটির দিকে অগ্রসর হইতেছিল তাহারা প্রথম মেরুটির বলরেখা দ্বারা নিষ্ক্ষিপ্ত হইয়া বিপরীত দিকে বাঁকিয়া যাইতে বাধ্য হইবে (চিত্র—৬৩)। কিন্তু



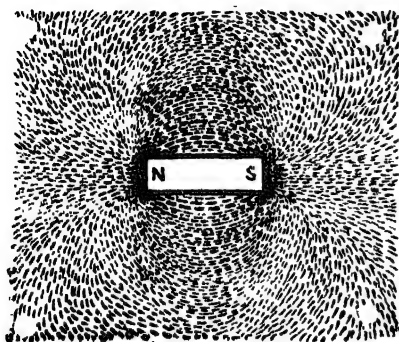
বলরেখারা পরস্পরের নিষ্ক্ষেপণ হেতু, সর্বদিকে সমভাবে প্রসারণশীল এবং যেহেতু তাহারা অনুরূপ মেরুর বলরেখা থাকাতে একদিকে আসিতে পারিতেছে না, তাহারা নিষ্ক্ষেদের মেরুব উপর বিপরীত দিকে একটি ঠেলা উপাদান করিবে এবং মেরুগুলি

চিত্র—৬৩

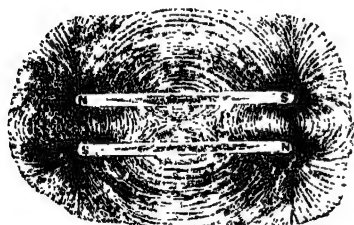
আলগা থাকিলে তাহাদিগকে ঐ বিপরীত দিকে ঠেলিয়া লইয়া যাইবে ও এইরূপে নিষ্ক্ষেদের জ্ঞাত মাঝখানে স্থান করিবে। অতএব নিষ্ক্ষেপণের কারণ বিপরীত দিকে বাঁকিয়া যাওয়া বলরেখাগুলির সোজা হইবার চেষ্টা। কিন্তু এই চেষ্টার পরিমাণ বৃদ্ধ বলরেখার সংখ্যার অনুপাতে হয়, ও এই বৃদ্ধ বলরেখার সংখ্যা মেরুদ্বয়ের তেজের উপর ও তাহাদের ব্যবধানের বিকল্প বর্গের উপর নির্ভর করে। সূত্রাং ইহাও বিকল্পবর্গ নিয়মানুযায়ী হয়।

কতিপয় চুম্বক রাজ্যের চিত্র— (১) একটি শায়িত চুম্বকের উপর একটি পিজবোর্ড ( Card board ) রাখিয়া তাহাতে গোলচূর সমভাবে

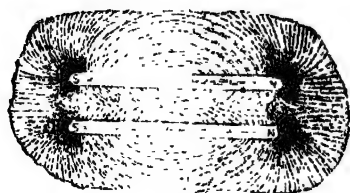
ছড়াইয়া আস্তে আস্তে টোকা মারিলে লৌহচুর গুলি বলরেখার দিক অনুযায়ী সজ্জিত হয়। লৌহচুরগুলি পিজবোর্ডে পড়িয়া থাকিলে



চিত্র—৬৪



চিত্র—৬৫



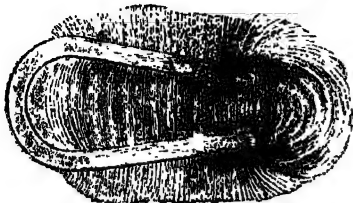
চিত্র—৬৬

মেকচে যাইবার সময় দূরবর্তী স্থানে পাতলা ভাবে ছড়াইয়া পড়িতেছে। কিন্তু যদি এই বিপরীত মেরুদ্বয় মেরুখণ্ড (pole piece) দ্বারা সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে

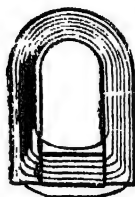
একপভাবে সজ্জিত হইতে পারে না—চুম্বক বল এত প্রবল নহে যে পিজবোর্ডের সহিত লৌহচুরের ঘর্ষণ অতিক্রম করিয়া তাহাদিগকে সাধ্যায়। পিজবোর্ডে টোকা মারিলে লৌহচুরগুলি একটু লাফাইয়া উঠে এবং পড়িবার সময় বায়ুর মধ্যে ঘুরিয়া বলরেখার দিক লইয়া পড়ে। এইরূপে লৌহচুর দ্বারা চুম্বক রাজ্যের চিত্র প্রদত্ত হইল। ৬৪ চিত্রে একটি চুম্বক ব্যবহৃত হইয়াছে, ইহার N মেরু উত্তর দিকে আছে। ৬৫ চিত্রে চুম্বকদ্বয়ের বিপরীত মেরু রক্ষিত হইয়াছে ও ৬৬ চিত্রে অনুরূপ মেরু একই দিকে স্থাপিত হইয়াছে।

তাহাদিগকে লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে বলরেখাগুলি কিরূপে একটি মেরু হইতে নির্গত হইয়া বায়ুর মধ্য দিয়া সন্নিহিত বিপরীত

বলরেখাগুলি আর বায়ুর মধ্যে ছড়াইয়া পড়িবে না, সকলেই বা অধিকাংশই এই মেরু-খণ্ডের মধ্য দিয়া যাইতে থাকিবে এবং এই মেরুদ্বয়ের মধ্যে মেরুখণ্ড না থাকিয়া বায়ু

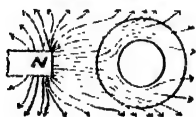


চিত্র—৬৭



চিত্র—৬৮

পদার্থ পাইলে বলরেখাগুলি বায়ুর মধ্য দিয়া আর না যাইয়া সকলেই বা অধিকাংশ এই চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া যায়। তাহার কারণ এই যে বায়ু-মার্গে গমনে উহারা অধিক বাধা পায়, সুতরাং অধিক পরিমাণে হাইতে পারে না, আর চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া গমনে অতি অল্প বাধা পায় সেইজন্য অত্যন্ত অধিক পরিমাণে যাইতে পারে। চুম্বক পদার্থের এই গুণকে পারমিএবিলিটি (Permeability):—বা ‘প্রেরণ ক্ষমতা’ বলে।

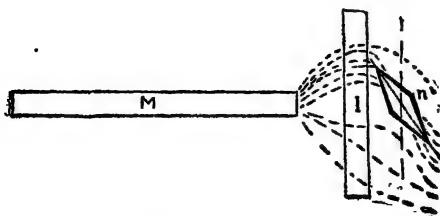


চুম্বক পথ রোধ (Magnetic screening) :—

একটি স্থানকে যদি লৌহ দ্বারা অবরোধ করা যায় তাহা হইলে বহির্ভাগস্থ কোন চুম্বক হেতু ঐ অবরুদ্ধ

চিত্র—৬৯ স্থানে চুম্বক রাষ্ট্র সৃষ্ট হইবে না। বলরেখা-

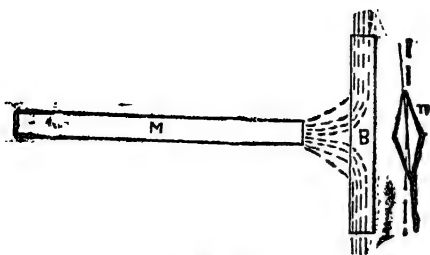
গুলি চুম্বক হইতে লৌহের একশেষ ভাগে পড়িবে ও লৌহময় পথের মধ্য দিয়া লৌহের অপর শেষভাগে যাইয়া তথা হইতে বাহিরে বায়ুতে নির্গত হইবে সুতরাং অবরুদ্ধ বায়ুময় স্থানে কোন বলরেখা দৃষ্ট হইবে না।



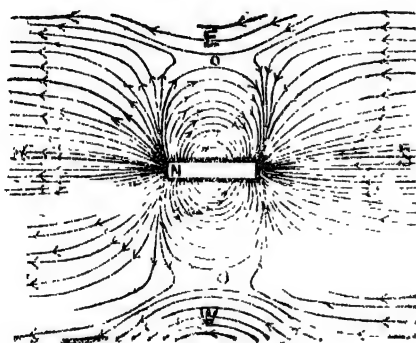
চিত্র—৭০।

ইহা নিম্নলিখিত পরীক্ষা দ্বারা স্থিরীকৃত হইতে পারে। ৭০

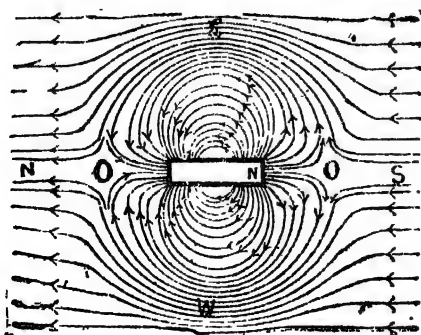
চিত্রে চুম্বক ও সূচচুম্বকের ব্যবধানে আড়াআড়ি ভাবে একটি চুম্বক পদার্থ আছে এবং দৃষ্ট হইবে যে সূচচুম্বকটি বায়ুতে যেভাবে আকর্ষিত হয়, এখানে সেইভাবে আকর্ষিত হইতেছে।



চিত্র-৭১



চিত্র-৭২

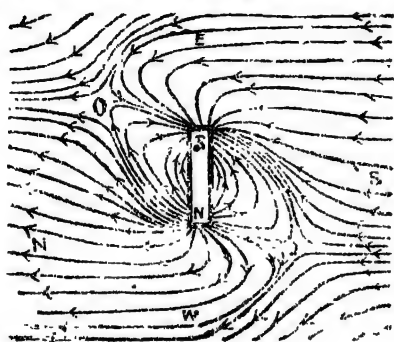


চিত্র-৭৩

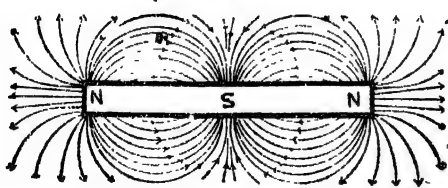
৭১ চিত্রে চুম্বক ও সূচ-চুম্বকের ব্যবধানে আড়াআড়িভাবে একটি নরমলৌহ আছে। এখানে দৃষ্ট হইবে যে সূচ-চুম্বক আর বিশেষ আকর্ষিত হইতেছে না। বলরেখাগুলি দেখিলেই বুঝিতে পারা যাইবে। চিত্রদ্বয়ে ১ পিত্তল B লৌহ।

(২) আমরা লৌহচূর সাহায্যে পূর্বে চুম্বক-রাজ্য অঙ্কনের বিষয় দেখিয়াছি। এখন আমরা লৌহচূর ব্যতীত আর এক প্রকারে চুম্বকরাজ্য অনুসরণ-প্রণালী সূচ-চুম্বকের সাহায্যে হয় দেখিব। চুম্বকে কাগজের উপর শায়িত রাখিয়া একটি সূচ-কম্পাসকে উহার নিকট বসাইলে সূচ-চুম্বকটি চুম্বকবলের দিক লইয়া অবস্থান করিবে। এই সূচ চুম্বকের শেষভাগ হয় কাগজের উপর পেন্সিলের বিন্দু দ্বারা চিহ্নিত করিয়া কম্পাসটিকে

তুলিয়া একটু সরাইয়া এক্রপভাবে বসাইতে হইবে যেন সূচের একটি শেষভাগ একটি বিন্দুর উপর থাকে ও তখন অপর শেষভাগটির স্থান কাগজের উপর পেন্সিল দ্বারা চিহ্নিত করিয়া লইতে হইবে। এইভাবে কম্পাসটিকে একটু একটু করিয়া পূর্ববৎ সরাইয়া প্রচুর বলরেখা আঁকা যাইতে পারে। চুম্বকের চতুর্দিকস্থ এই বলরেখাময় স্থান ঐ চুম্বকের রাজ্য। এইভাবে প্রস্তুত কয়েকটি চুম্বক রাজ্যের চিত্র দেওয়া হইল।



চিত্র—৭৪



চিত্র—৭৫

কের বা দু-চুম্বকের বিপরীত কল দ্বারা নষ্ট হইয়া যাইতেছে। এই স্থানগুলিকে 'বলবিহীন স্থান' (Null Point) বলে। ৭৫ চিত্রে 'কলিকোয়েন্ট' মেরু বিশিষ্ট চুম্বকের রাজ্য দর্শিত হইল। ইহার দুই প্রান্তেই N মেরু, মতরাং উভয় প্রান্ত হইতে বলরেখা নির্গত হইতেছে এবং মাঝে S মেরু, এইখানে বলরেখাগুলি নিহিত হইতেছে।

এই চিত্রগুলি হইতে দেখা যাইবে যে মেরুর নিকটবর্তী স্থানে যেখানে চুম্বক বল অধিক সেখানে এই বলরেখাগুলি অতি ঘনভাবে সন্নিবিষ্ট, ও দূরবর্তী স্থানে যেখানে চুম্বকবল কম সেখানে বলরেখার ঘনতাও কম। পৃথিবীর চুম্বক রাজ্যে স্থিত চুম্বকের চুম্বক রাজ্যে কিরূপ হইবে তাহা ৭২, ৭৩, ৭৪

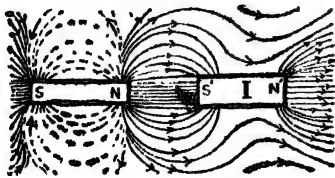
চিত্রগুলিতে দেখান হইয়াছে। দেখা যাইতেছে যে ঐ চিত্রগুলিতে 'O' চিহ্নিত স্থানগুলি দিয়া কোন বলরেখা যাইতেছে না। অর্থাৎ এই স্থানগুলিতে একটি চুম্বকের ফল অপর চুম্ব-



## তৃতীয় পরিচয় ।

সম্ভাবন দ্বারা লৌহের সন্নিহিত স্থানে বিপরীত মেরু সৃজন—(Opposite polarity is created at the near end by Induction) :—

যদি একটি নরম লৌহকে চুম্বক বাজ্যে রাখা যায় তবে দেখা যায় অধিকাংশ বলরেখা লৌহের মধ্য দিয়া বাইতে থাকিবে। এবং লৌহের এক শেষভাগ দিয়া বলরেখাগুলি লৌহের মধ্যে প্রবেশ করিবে ও অন্য শেষভাগ দিয়া নির্গত হইয়া যাইবে। বলরেখা প্রবিষ্ট লৌহটি এখন বলরেখার প্রভাবে ঠিক একটি চুম্বকের আয় হয়। উহার যে শেষভাগ হইতে বলরেখা নির্গত হইতেছে তাহা N-মেরু ও যে শেষভাগ দিয়া বলরেখা প্রবেশ করিতেছে তাহা S-মেরু। এখন যদি লৌহটি N-মেরুর নিকটে থাকে তাহা হইলে N-মেরু হইতে নির্গত বলরেখা লৌহের নিকটবর্তী শেষভাগ দিয়া উহার মধ্যে প্রবেশ করিবে; অর্থাৎ নিকটবর্তী শেষভাগটি S-মেরুর আয় হইবে এবং দূরবর্তী শেষভাগ দিয়া নির্গত হইবে অর্থাৎ দূরবর্তী শেষভাগটি N-মেরুর আয় হইবে।



চিত্র—৭৬

ইহা ৭৬ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, N ও S চুম্বকের মেরু, এবং N' ও S' লৌহের মধ্যে সম্ভাবিত মেরু। এই চিত্রে আরও দেখা যাইতেছে, কিরূপে পর পর লৌহখণ্ড থাকিলে তাহাদের উপর সম্ভাবন সম্ভব ও এই সম্ভাবনের

তীব্রতা কিরূপে ক্রমশঃ কমিয়া যায়। চুম্বক হইতে প্রথম I লৌহটিতে যত বেশী প্রবেশ করিতেছে তাহাই এই লৌহের সম্ভাবিত চুম্বকত্বের

পরিমাপ। এই I লোহতে প্রবিষ্ট রেখাগুলি অপর শেষভাগ দিয়া নির্গত হইবার সময় কতকগুলি ভূচুম্বকের N মেরুতে চলিয়া যায় ও বাকীগুলি দ্বিতীয় লোহে প্রবেশ করিবার মত থাকে। সুতরাং ২য় লোহে প্রবিষ্ট বলরেখার সংখ্যা I লোহ অপেক্ষা কম, অর্থাৎ ২য় লোহের মধ্যে সম্ভাবনও I এর অপেক্ষা ঠিক ঐ পরিমাণে কম হয়।

**চুম্বকী ভবনের প্রাথর্য** (Intensity of magnetisation):—ইহা চুম্বকের মেরুমুখের একক বর্ণের মেরু-তেজ। যদি চুম্বকের মেরুতেজ M ও উহার মুখের বিস্তৃতি a হয় তাহা হইলে প্রাথর্য  $I = \frac{M}{a}$  (চুম্বক মেরুদণ্ডের লম্ব তলে a পরিমিত হয়)।

**রাজ্যতেজ** (Intensity of field):—যে চুম্বক রাজ্যে একক মেরু রাখিলে তাহার উপর একক বল (১ ডাইন) পড়ে তাহাকে একক তেজের রাজ্য বলে। চুম্বক রাজ্যের তেজ H দ্বারা ব্যক্ত হয়। যদি একটি M তেজের মেরুকে A তেজের রাজ্যে স্থাপন করা যায় তাহা হইলে এই মেরুর উপর  $M \times H$  'ডাইন' বল পড়িবে।

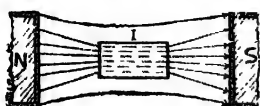
**চুম্বককরণ বল ও চুম্বকীভবন** (Magnetising force and Magnetisation):—দেখা গিয়াছে যে একটি চুম্বক তাহার সন্নিধানে চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন করে। ৭৭ চিত্রে



চিত্র-৭৭

সর্বত্র সমভাব চুম্বক রাজ্যে একটি পিত্তল বসান রহিয়াছে। পিত্তল অচুম্বক পদার্থ, সুতরাং ইহার দ্বারা চুম্বকরাজ্যের কোন পরিবর্তন ঘটিবে না। পিত্তল অধিকৃত স্থান দিয়া যে রেখাগুলি যাইতেছে তাহার পিত্তল থাকিবার পূর্বেও ঐ স্থান দিয়া যাইতেছিল, বস্তুতঃ চুম্বক-রাজ্য সম্পর্কে পিত্তল বায়ুর স্থায়। কিন্তু যদি পিত্তলটিকে এখন সরাইয়া লওয়া যায় এবং উহার স্থানে একটি ঐ আকৃতির লোহ রাখা হয় তাহা হইলে ঐ লোহের মধ্যে

সম্ভাবিত চুম্বক দৃষ্ট হইবে (চিত্র—৭৮)। অর্থাৎ লৌহের মধ্যে প্রচুর 'বাড়তি' বলরেখা সৃষ্ট হয় এবং শেষ ভাগদ্বয়ে যেখানে এই রেখাগুলি



চিত্র—৭৮

নির্গত হইতেছে বা বায়ু হইতে প্রবিষ্ট হইতেছে, তথায় মেরু দৃষ্ট হয়। এখানে যেটা বামদিকে তাহা S মেরু ও যেটা ডানদিকে তাহা N মেরু

হইতেছে। দশা যাউক যে একরূপ ভাবে উৎপন্ন প্রতি মেরুর তেজ  $M$ , তাহা হইলে চুম্বকত্ব হেতু  $4\pi M$  রেখা N মেরু হইতে মধ্যাগে (এখানে বায়ু) নির্গত হইয়া S মেরুতে আসিতেছে ও তথা হইতে লৌহের মধ্য দিয়া পুনরায় N মেরুতে ফিরিতেছে। এতদ্ব্যতীত রাজ্যের রেখাগুলিও লৌহের মধ্য দিয়া যাইতেছে। এখন যদি রাজ্য তেজ হয়  $H$  ও লৌহটির আড়-কর্তনের বিস্তার হয়  $a$ , তাহা হইলে লৌহের মধ্য দিয়া রাজ্যের  $aH$  বলরেখা যাইতেছে এবং এই রেখাগুলি যেদিকে যাইতেছে  $4\pi M$  রেখা-গুলিও সেইদিকে যাইতেছে। সুতরাং যদি হানিকর কারণ কিছু না থাকে, তাহা হইলে লৌহের মধ্য দিয়া মোট  $aH + 4\pi M$  বলরেখা যাইতেছে। ইহার মধ্যে  $aH$  বলরেখা রাজ্য হেতু এবং তাহা লৌহের অবর্ত্তমানেও থাকিবে ও  $4\pi M$  বলরেখা লৌহের মধ্যে সম্ভাবিত চুম্বক হেতু। ইহাদের মধ্যে  $aH$  কে 'চুম্বককরণ রেখা' বা 'লাইন অফ্‌ ম্যাগনেটাইজেশন' (Lines of magnetisation) ও  $aH + 4\pi M$  কে 'সম্ভাবন রেখা' বা 'লাইনস্‌-অফ্‌-ইণ্ডাকশন' (Lines of Induction) অথবা 'ম্যাগনেটিক ফ্লাক্স' (Magnetic flux) বলে। এই ফ্লাক্সের 'ডেনসিটি' বা 'ঘনতা' অর্থাৎ মেরুমুখের প্রতি একক বর্গ পিস্তিত্বের মধ্য দিয়া যত রেখা হয় তাহাকে 'ফ্লাক্স-ডেনসিটি' (Flux density) বলে, ইহা  $B$  দ্বারা সূচিত হয়, অতএব  $B = \frac{aH + 4\pi M}{a} = H + 4\pi \frac{M}{a}$ ,

কিন্তু  $\frac{M}{a}$  কে চুম্বকীভবনের প্রাথম্য বলে ও ইহা  $I$  দ্বারা সূচিত হয়, সুতরাং ;  $-B = H + 4\pi I$  অথবা  $I = \frac{B-H}{4\pi}$  ।

**প্রেরণ ক্ষমতা ও ধারণ-সামর্থ্য (Permeability and Susceptibility) :**—বায়ু ‘মধ্যগ’ থাকায় যত রেখা-ঘনতা হয় তাহার সহিত তুলনায় কোন বস্তু (যথা লৌহ ইত্যাদি) মধ্যগ হইলে তাহার যত গুণ রেখা ঘনতা হয় তাহাকে ঐ বস্তুর প্রেরণ ক্ষমতা (permeability) বলে। সুতরাং ইহা  $\frac{B}{H}$  এই ভগ্নাংশ দ্বারা প্রকাশিত হয় ও ইহা  $M$  দ্বারা সূচিত হয়, অর্থাৎ  $M = \frac{B}{H}$  । রাজ্য তেজের সহিত তুলনায় তাহার যত গুণ চুম্বক-প্রাথম্য সৃষ্ট হয় তাহাকে ধারণ-সামর্থ্য (Susceptibility) বলে। সুতরাং ইহা  $\frac{I}{H}$  দ্বারা প্রকাশিত হয় ও ইহা  $K$  দ্বারা সূচিত হয়, বা  $K = \frac{I}{H}$  । অতএব নিম্নলিখিত সম্বন্ধগুলি পাওয়া যায়,—

$$(১) \quad B = \frac{4\pi H + M}{a} \quad (২) \quad B - H = 4\pi I$$

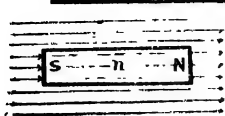
$$(৩) \quad I = \frac{B-H}{4\pi} \quad (৪) \quad M = \frac{B}{H}$$

$$(৫) \quad K = \frac{I}{H} \quad (৬) \quad M =$$

$$(৭) \quad K = \frac{M-1}{4\pi}$$

গণনা কালে মনে রাখা উচিত  $B$ তে  $H$  ও  $4\pi I$  এই দুইটি বস্তু আছে কিন্তু কার্যকালে তাহার প্রয়োজন নাই; কারণ  $B$  ও  $H$  উভয়কেই পৃথকভাবে সহজে মাপা যায়।

মেরুগুলির চুম্বকত্ব নাশ প্রয়াস ( Demagnetising effect of the



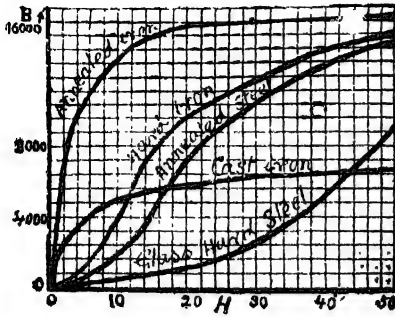
poles) :—১২ চিত্র অনুযায়ী কোন লৌহকে চুম্বক রাজ্যে অবস্থিত অনুমান করিলে, ঐ চিত্র অনুযায়ী মেরু সৃষ্ট হইবে। এখন যদি কোন

চিত্র—১২। একক N মেরুকে ঐ লৌহের মধ্যে n বিন্দুতে চলনক্ষম অবস্থায় অবস্থিত অনুমান করা যায়, তাহা হইলে রাজ্যের দ্বারা ইহা ডাইনদিকে প্রক্ষেপিত হইবে। কিন্তু যদি মেরুদ্বয়ের দ্বারা আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ বিবেচনা করা যায় তাহা হইলে দেখিতে পাওয়া যায় যে উহা মেরুদ্বয় দ্বারা বামদিকে যথাক্রমে নিষ্কিন্তু ও আকৃষ্ট হয়। সুতরাং n বিন্দুতে চুম্বক বল মেরুদ্বয় হেতু হ্রাস হইতেছে। অতএব এই বিরুদ্ধাচরণকে নষ্ট করিতে না পারিলে সম্ভাবন  $\mu H + 4 \pi M$  অপেক্ষা কম হইবে। এই বিরুদ্ধাচরণকে নষ্ট করিতে হইলে অনুমান করিতে হইবে লৌহটি এত লম্বা যে উহার শেষভাগদ্বয় বিবেচ্য বিন্দু হইতে বহুদূরে, সুতরাং এখানে উৎপাদিত দক্ষণ কোণরূপ ধর্মব্য ফলাফল নাই, কেবলমাত্র এই সময়েই ধরিতে পারা যায় যে সম্ভাবন  $= \mu H + 4 \pi M$ ।

চুম্বকীভবন রেখা ( Magnetisation curve ) :—কোন চুম্বক রাজ্যে একটি লৌহকে রাখিলে লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয়। রাজ্যভেদের সহিত লৌহটির চুম্বকত্বের তেজের সম্বন্ধ গ্রাফ-কাগজে লিপিবদ্ধ করিলে যে রেখা পাওয়া যায় তাহাকে লৌহটির চুম্বকীভবন রেখা বলে। এই চুম্বকীভবন রেখা বিভিন্ন প্রকার লৌহের পক্ষে বিভিন্ন, ইহা ৮০ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে। এই চিত্র হইতে আরও দেখিতে পাওয়া যায় যে রাজ্য-ভেদে H যখন শূন্য হইতে ৫এর মধ্যে ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে নরম লৌহে ( Soft iron ) সম্ভাবন B অতি দ্রুত বাড়িতে থাকে, পরে ৫ হইতে ২০ মধ্যে ( B ) এর

বুদ্ধির হার অতি মন্দ হয় অর্থাৎ উহা ( B ) প্রায় সমভাবে থাকে ।

আবার ঢালাই লৌহের ( cast iron ) বেলায় দেখা যায় H যখন ০ হইতে



চিত্র—৮

২৫ অবধি বাড়িতে থাকে B এর বুদ্ধির হার সর্বাপেক্ষা অধিক হয়, পরে H এর ২৫ হইতে ৩৫ এর মধ্যে B এর বৃদ্ধি ক্রমান্বয়ে কমে ও তাহার পরে B এর বুদ্ধির হার অতি অল্প হয়। কঠিন ষ্টিলের (Hard steel) বেলায় দেখা যায় যে

H এর প্রথম অবস্থায় B এর বৃদ্ধি হাব সমভাব হয় ও প্রায় H এর অনুপাতে হয়। চিত্র হইতে দেখা যাইতেছে যে এই চুম্বকীভবন রেখাগুলি

কেহই সরল রেখা নহে সুতরাং প্রেরণক্ষমতা  $M$  বা  $\frac{B}{H}$  সর্বত্র সমান

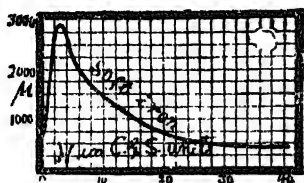
নহে, H এর উপর নির্ভর করিতেছে এবং কোন পরিমাণ হইতে আরম্ভ করিয়া সর্বাপেক্ষা অধিক গুরুত্বে আসে ও পরে কমিতে থাকে তাহাও দেখান হইয়াছে। প্রেরণক্ষমতা  $M$ , ইহা ব্যতীত আরও অগাণ্ড বিষয়ের উপর নির্ভর করে তন্মধ্যে পূর্ব চুম্বকত্ব, পাদার্থ্য, রাজ্যতেজ, তপ্ততা ও পূর্ব পরিচয় উল্লেখ যোগ্য। এই রেখাগুলি হইতে বুঝা যায় কিরূপ লৌহে কতটা চুম্বক-করণ বল ( H ) হইলে উহা সুবিধা জনক চুম্বকে পরিণত হইবে।

**প্রেরণক্ষমতার পরিবর্তন ( Variation of Permeability ):**—(১) ইহা বস্তুর পদার্থের উপর নির্ভর করে।

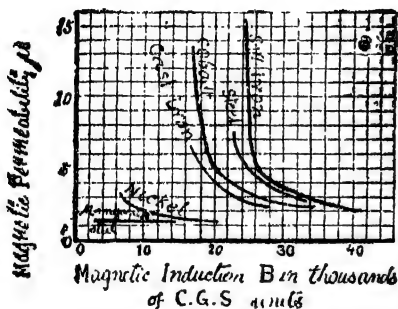
(২) ইহা রাজ্য-তেজের উপর নির্ভর করে। যথা ;—দুর্বল রাজ্যে, নরম লৌহের বেলায় অতি দ্রুত গুরুত্বে পরিণত হয় ও তাহার পর কমিতে থাকে

## বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

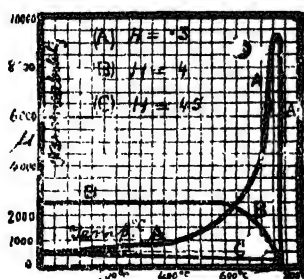
(চিত্র-৮১)। বলবান্ন রাজ্যে কেবল ম্যাগনেটিক স্ক্রল ব্যতীত সকল চুম্বক দ্রব্যের  $M$  কমিতে থাকে, উহার  $M$  প্রায় সমভাবে, চিত্র-৮২।



চিত্র-৮১



চিত্র-৮২



চিত্র-৮৩

লোহাটি পূর্ণ চুম্বক হইবে,  $H$  বা প্রবাহের কোনও পরিবর্তন হেতু

(৭) ইহা তপ্ততার উপরও নির্ভর করে। দুর্বল রাজ্যে  $M$  তপ্ততার সহিত প্রথমে অল্প অল্প পরে দ্রুত বাড়িতে থাকে ও শেষে লোহের অবস্থান্তর তপ্ততা প্রায়  $768^{\circ}\text{C}$  ক্রমশঃ একেতে নামিয়া আইসে। তেজবান্ন রাজ্যে  $M$  একভাবে কমিতে থাকে ও প্রায় ঐ  $768^{\circ}\text{C}$  সময় সহসা কমিয়া যায় (চিত্র ৮৩)।

### চুম্বক-করণ চক্র

(Magnetisation Cycle):—

যদি চুম্বক-বল  $H$  কে ক্রমান্বয়ে সমভাবে পরিবর্তন করা যায়—

(ইহা লোহকে পরিবেষ্টনকারী নলাকারগুটি বা সোলিনয়েডের (Solenoid) মধ্য দিয়া প্রবাহকে সমভাবে বৃদ্ধি করিলেই হইবে),—তাহা হইলে দেখা যায় যে  $B$  প্রথমতঃ অতি দ্রুত বৃদ্ধি পায়, পরে অতি অল্প হারে বাড়িতে থাকে ও শেষে যখন



B এর বিশেষ কোন বৃদ্ধি লক্ষিত হয় না, উহা প্রায় একভাবে রহিয়া যায়। এখন যদি প্রবাহ হ্রাস করিয়া H কে কমাইতে থাকা যায়, তাহা হইলে B ও কমিতে থাকিবে 'বটে কিন্তু যে পরিমাণে বাড়িয়াছিল তদপেক্ষা কম পরিমাণে কমে স্ততরাং প্রবাহকে শূন্যে পরিণত করিলেও B শূন্যে পরিণত হয় না, কিছু অবশিষ্ট থাকে, ইহাকে অবশিষ্ট চুম্বকত্ব (Residual magnetism) বলে। এই অবশিষ্ট চুম্বকত্বকে নষ্ট করিতে হইলে প্রবাহের দিক উল্টাইয়া দিয়া বিপরীত দিকের প্রবাহকে ক্রমশঃ বাড়াইতে থাকিলে, উহার কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ হইলে B শূন্যে পরিণত হইবে। বিপরীত দিকের H এর এই পরিমাণকে "সংহার বল" (Co-ercive force) বলে। অতএব অবশিষ্ট চুম্বকত্ব নষ্ট করিতে বিপরীত দিকে যে পরিমাণ H লাগে তাহাকে চুম্বকত্ব-নাশক বা সংহার বল বলে। ইহার পরেও যদি বিপরীত দিকের প্রবাহকে আরও বাড়াইতে থাকা যায় তাহা হইলে বিপরীত দিকে B অপেক্ষাকৃত অধিক হারে-প্রস্তুত হইতে থাকিবে, অর্থাৎ চুম্বকের মেরুত্ব উল্টাইয়া যাইবে এবং এখানেও পূর্ববৎ, কিন্তু কিছু অধিক হারে, B প্রথমতঃ অতি দ্রুত বাড়িয়া, পরে ঐহ হারে বাড়িতে থাকে ও শেষে লৌহটি চুম্বক পূর্ণতার নিকট আসিলে B প্রায় সমভাবে রহিয়া যায়। দৃষ্ট হইবে যে প্রথম চুম্বক-করণে H এর যে পরিমাণে লৌহটি চুম্বক-পূর্ণতা প্রাপ্ত হইয়াছিল, এতদধিক বিপরীত দিকে H এর প্রায় সেই পরিমাণেই লৌহটি চুম্বক-পূর্ণতা প্রাপ্ত হয়।

এখন যদি এই বিপরীত দিকের প্রবাহকে ক্রমান্বয়ে কমান যায় তাহা হইলে E ও ঠিক পূর্ববৎ কমিতে থাকিবে এবং H বা প্রবাহ শূন্য হইলেও B শূন্যে পরিণত হইবে না, পূর্বের অবশিষ্ট চুম্বকত্বের সমান চুম্বকত্ব রহিয়া যাইবে। পুনরায় যদি প্রবাহকে বিপরীত করিয়া প্রথম-বারের দিকে দেওয়া যায় ও প্রবাহের তেজ ক্রমশঃ বাড়াইতে থাকা যায়

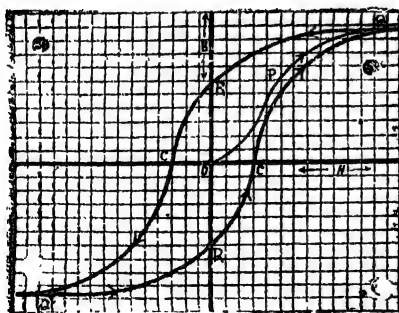


তাহা হইলে ঠিক পূর্বের সমান সংহার-বল দ্বারা এই বিপরীত ( দিকের ) অবশিষ্ট চুম্বকত্ব নষ্ট হইবে ও পরে প্রবাহের আরও বৃদ্ধির সহিত B ঠিক প্রথম বারের মত কিছু কিছু অধিক হারে বাঁড়িতে থাকিবে ও লৌহটি ঠিক পূর্বের সহিত সমান চুম্বক-করণ বল দ্বারা সম্পূর্ণ চুম্বকত্ব প্রাপ্তির পর B সম্ভাব্য রহিয়া যাইবে ।

দ্রষ্টব্য—এখন যদি প্রবাহকে পুনরায় কমান যায় তাহা হইলে পূর্বের মত অল্প হারে চুম্বকত্ব কমিতে থাকিবে । সুতরাং সর্ব প্রথম চুম্বক-করণ কালে লৌহটির চুম্বকত্বের যে হারে পরিবর্তন হইয়াছিল সেই হারের পরিবর্তন আর পাওয়া যায় না ।

প্রবাহ বা Hএর পরিবর্তন হেতু Bএর এইরূপে শূন্য হইতে কোন দিকে গরিষ্ঠে ও তৎপরে শূন্য হইয়া অগ্র দিকের গরিষ্ঠে বৃদ্ধি ও সর্ব শেষে শূন্য হইয়া প্রথম গরিষ্ঠে ফিরিয়া যাওয়াকে “চুম্বককরণ-চক্র” বলে ।

পশ্চাত্ত্বন রেখা ( Hysteresis Curve ) :—এরূপ



চিত্র—৮৪

৮৪ চিত্রে এই রেখাচিত্র দেওয়া হইয়াছে । ইহাতে ভুক্তবৃক্সের (Co-ordinate) ঝাড়া রেখাটিতে B ও শারিত রেখাটিতে H পরিমিত হইয়াছে । দক্ষিণে পরিমিত H একদিকের প্রবাহ ও বামে পরিমিত H তাহার বিপরীত দিকের প্রবাহকে নির্দেশ করিতেছে । ঠিক সেইরূপ উর্ধ্বে পরিমিত B প্রথম দিকের প্রবাহ ও নিম্নে পরিমিত B বিপরীত দিকের প্রবাহ হেতু উৎপন্ন হইয়াছে ।

পরিবর্তন কালের H ও তদনুযায়ী Bএর পরিমাণ সকলকে গ্রাফ কাগজে লিপিবদ্ধ করিয়া যে রেখাচিত্র পাওয়া যায় তাহাকে ‘পশ্চাত্ত্বন রেখা’ বা হিষ্টেরেসিস্ কার্ভ (Hysteresis Curve) বলে । এই রেখাচিত্র হইতে Hএর হ্রাস কালে B আনুপাতিক ভাবে হ্রাস না হইয়া কিরূপে পিছাইয়া পড়ে তাহা বেশ সহজে বুঝিতে পারা যায় ।

৮৪ চিত্রটিতে O P বক্র রেখাটি চুম্বকীভবন বা চুম্বককরণ রেখা ও সমস্ত বক্ররেখাগুলির সমষ্টি চুম্বককরণ-চক্র নির্দেশ করিতেছে এবং চুম্বকীভবন রেখার সহিত তুলনায় Q R C রেখা দ্বারা পশ্চাত্ত্বন দৃষ্ট হইতেছে। বলা বাহুল্য যে এই পশ্চাত্ত্বন রেখা চিত্রে প্রথম অঙ্কিত রেখাটি অর্থাৎ চুম্বকীভবন রেখাটি এই চক্রে আর অদৃশ্য হইয়া না, অবশ্য সম্পূর্ণ চুম্বক অবস্থার লৌহ ব্যবহার করিতে হইবে; যেমন চিত্র ৮৪ হইতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে।

এই রেখাচিত্রে O R দ্বারা অবশিষ্ট চুম্বকত্ব ও O C দ্বারা সংহার বল নির্দিষ্ট হইতেছে। বক্ররেখা দ্বারা সমস্ত অবরুদ্ধ স্থানকে পশ্চাত্ত্বন ফাঁস (Hysteresis loop) বলে এবং ইহার বিস্তৃতি লৌহের মধ্যে চুম্বক অবস্থার দ্রুত পরিবর্তন হেতু ব্যয়িত কার্শের পরিমাপ। এই ফাঁস যত সরু হইবে, পশ্চাত্ত্বনে ততই কম কাষা ব্যয়িত হইতেছে বুঝিতে হইবে। অবশ্য এই সমস্ত ব্যয়িত কার্শের কারণ লৌহের মধ্যে তাপোৎপত্তি। যথা সম্ভব কম কাষ্য ব্যয় হইবে এরূপ লৌহ নির্বাচন করিতে হইলে, বিশেষতঃ যখন উহা অস্থির চুম্বকবলাধীন, তখন ইহা (পশ্চাত্ত্বন রেখা) অত্যন্ত সাহায্য করে কারণ তখন দেখিতে হইবে যে পরীক্ষাধীন লৌহটির পশ্চাত্ত্বন ফাঁস সরু হইতেছে কিনা। এবং এই অবধারণা নিম্নতম বৈজ্ঞানিক কাথোপলক্ষে প্রদত্ত লৌহের চুম্বক পরীক্ষা দৈনন্দিন কর্ণ।

**চুম্বকনাশন (Demagnetisation) :**—যদি কোন চুম্বকত্ব-বিশিষ্ট লৌহের চুম্বকত্ব নাশ করিতে হয় তাহা হইলে নিম্নলিখিত উপায় অবলম্বন করিতে হয়। লৌহটি চুম্বককরণ কালে যেসকল চুম্বককরণ-বলাধীন হইয়াছিল উহাকে অন্ততঃ সেসকল চুম্বককরণ-বলাধীন করিতে হইবে এবং এই চুম্বককরণ বল অর্থাৎ প্রবাহকে তৎপরে বিপরীত করণ কালে শূন্যে পরিণত করিতে হইবে। অবিচ্ছিন্ন প্রবাহ হইলে, ব্যাটারি ও চুম্বককরণ কয়েলের অন্তরী একট 'গতিদ' (Motor) চালিত ঘূর্ণায়মান 'পরিবর্তক' (Transformer) ও প্রবাহের পরিমাণের পরিবর্তনের জন্য 'সিরিজ' সংযুক্ত একটি পরিবর্তনশীল বাধার ব্যবহার করিতে হইবে। ট্যাক ঘড়ি প্রভৃতির মত বস্তুর বেলায়, যাহারা চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হইলে, ব্যালাল-ভইল চালক হেমার স্প্রিংএর উপর ক্রিয়া করিয়া বিপত্তি ঘটায়, ঘড়িটিকে একটি

ভেজবান্ চুম্বকের নিকট একটি পাকান সূতায় ঝুলাইলে, পাক খুলিবার সময় সূতাটি যখন ঘড়িটিকে ঘুরাইতে থাকিবে তখন উহাকে ক্রমশঃ দূরে সরাইয়া লইয়া যাইলে চুম্বক নাশন ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। অচুম্বক নামে বিখ্যাত ঘড়িগুলির হেয়ার-স্প্রিং ষ্টীলের পরিবর্তে প্যালাডিয়ামে প্রস্তুত, সূতরাং চুম্বক রাজ্যে নিষ্ক্রিয়।

**চুম্বক টান ( Magnetic pull )** :—যদি দুইটি চুম্বক মুখের বিস্তৃতি হয়  $a$  বর্গ সেন্টিমিটার ও বলরেখা-ঘনতা বা ফ্লাক্স ডেন্সিটি হয়  $B$ , ও আকর্ষণ বল হয়  $P$ , তাহা হইলে,—

$$P = \frac{B^2 a}{8\pi} \text{ 'ডাইন ( Dyne ) বা } P = \frac{B^2 a \text{ ( ইঞ্চি )}}{1317^2} \text{ পাউণ্ড lb. wt.}$$

$$P = \frac{B^2 a}{8\pi} \text{ dynes}$$

$$= \frac{B^2 a \times (2.54)^2 \text{ ইঞ্চি}}{8\pi} \times \frac{1}{981} \times .0022 \text{ lb. wt.}$$

যেহেতু, ১ ইঞ্চি = ২.৫৪ সেন্টিমিটার,

৯৮১ ডাইন = ১ গ্রাম ওজন,

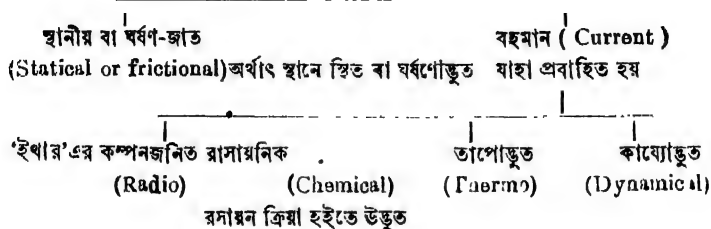
১ গ্রাম ওজন = .০০২২ পাউণ্ড ওজন।

$$\frac{B^2 a}{1317^2} \text{ lb. wt. (a=area in sq. in.)}$$

# চতুর্থ পরিচয় ।

## বিদ্যুৎ বা ইলেকট্রিসিটি ( Electricity )

বিদ্যুৎ



**স্থানীয় বা ঘর্ষণজাত বিদ্যুৎ :—**বিদ্যুৎ একপ্রকার অভৌতিক বায়ু বিশেষ । কেহ কেহ মনে করেন বিদ্যুৎ প্রত্যেক বস্তুতেই বর্তমান এবং উচ্চ পোটেনশ্যাল ( Potential ) হইতে নিম্ন পোটেনশ্যালে যবে, যেমন, তাপ উচ্চ তপ্ততা হইতে নিম্ন তপ্ততায় বহে, তরল পদার্থ উচ্চ স্তর ( level ) হইতে নিম্ন স্তরে বহে ও বায়বীয় পদার্থ উচ্চ চাপ হইতে নিম্ন চাপে বহে ।

যেমন কোন স্থানে বায়ুর প্রবেশ বা তথা হইতে নিষ্কাশ করা হইবার সময় যথাক্রমে যাহার বৃদ্ধি বা হ্রাস ঘটিতে থাকে তাহাকে 'চাপ' বা 'প্রেসার' ( Pressure ) বলে । কোন পাত্রের তরল পদার্থ ঢালিতে থাকিলে বা তাহা হইতে নিঃসৃত করিয়া দিতে থাকিলে যাহার যথাক্রমে উচ্চতা বা নিম্নতা ঘটিতে থাকে তাহাকে 'স্তর' বা 'লেভেল' ( level ) বলে, এবং কোন বস্তুতে তাপ দান বা তাহা হইতে বিয়োগ করিতে থাকিলে যাহার যথাক্রমে উচ্চতা বা নিম্নতা ঘটিতে থাকে তাহাকে 'তপ্ততা' বা 'টেম্পারেচার'

( Temperature ) বলে, ঠিক সেইরূপ কোন বস্তুতে বিদ্যুৎ দান বা তাহা হইতে বিয়োগ করিতে থাকিলে যাহার উন্নতি বা অবনতি ঘটিতে থাকে তাহাকে 'পোটেনশ্যাল' ( Potential ) বলে। বিদ্যুৎ কারণ এবং পোটেনশ্যাল ফল যাহার উন্নতি কোন বস্তুর উপর ঘটে যখন তাহাতে বিদ্যুৎ দেওয়া যায় বা অবনতি ঘটে যখন তাহা হইতে বিদ্যুৎ লওয়া হয়। অর্থাৎ বিদ্যুৎ পরিমাণ বাচক ও পোটেনশ্যাল গুণ-বাচক স্তরঃ ক্রমবাচক।

সকল বস্তুতেই (বস্তু বিশেষে) কিছু পরিমাণ বিদ্যুৎ আছে ও তাহাদের কোনও না কোনরূপ পোটেনশ্যালও আছে। সাধারণ অবস্থায় সকল ভূসংলগ্ন বস্তুর পোটেনশ্যাল সমান ও তাহা পৃথিবীর পোটেনশ্যালের সহিত সমান। এই পোটেনশ্যালকে শূন্য ধরা হয়, স্তরঃ সাধারণ বস্তুতে কিছুই পোটেনশ্যাল নাই। (এখন যদি কোন সাধারণ বস্তু হইতে কিছু বিদ্যুৎ লওয়া যায় তাহা হইলে ইহার পোটেনশ্যাল কমিবে অর্থাৎ শূন্যের নীচে যাইবে বা নেগেটিভ ( Negative ) হইবে, বস্তুটিকে তখন বলা হয় নেগেটিভ পোটেনশ্যালের বা নেগেটিভ ভাবে বিদ্যাদান ( Negatively Charged )। আর যদি কোন সাধারণ অবস্থার বস্তুতে কিছু বিদ্যুৎ দেওয়া যায় তাহা হইলে ইহার পোটেনশ্যাল বৃদ্ধি পাইবে অর্থাৎ শূন্যের উপর উঠিবে বা পজিটিভ ( Positive ) হইবে, এবং বস্তুটিকে তখন বলা হয় পজিটিভ পোটেনশ্যালের বা পজিটিভ ভাবে বিদ্যাদান ( Positively Charged )।



চিত্র—৮৫

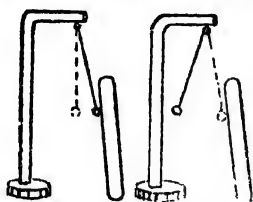
বিদ্যুৎকরণ (Electrification):—

পর্য (১) (ক) একটি কাঁচদণ্ডকে সিল্কের রুমাল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া কাঁচদণ্ডটিকে অথবা সিল্ক-রুমালটিকে ছোট ছোট কাগজের টুকরা বা কুটা

প্রভৃতি হালকা দ্রব্যের উপর ধরিলে দেখা যায় যে কাগজের টুকরা বা

কুটাগুলি বারংবার আকৃষ্ট হইয়া দণ্ডের বা রুমালের গায়ে লাফাইয়া উঠে ও মুহূর্তকাল লাগিয়া থাকিয়া পুনরায় পড়িয়া যায়। (চিত্র—৮৫)।

(খ) ঠিক এইরূপে একটি ইবনাইট দণ্ডকে ফ্লানেল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া কাগজ বা কুটার টুকরা লইয়া পরখ করিলে দেখা যায় যে ঐরূপই ঘটে।



**পিথ বল ইলেকট্রোস্কোপ**  
(Pith Ball Electroscope) :—একটি

সোলার গুলিকে সিক্কের স্ততা বাঁধিয়া বুলাইয়া একটি সিক্ক দ্বারা ঘষিত কাঁচদণ্ড তাহার নিকটে আনিলে গুলিটি প্রথমে আকর্ষিত হইয়া

চিত্র—৮৬, ৮৭

কাঁচদণ্ডকে স্পর্শ করে ও তৎপরেই নিষ্কিন্ত

হয়। (চিত্র—৮৬, ৮৭) বিদ্যুৎের পূর্বাবস্থা নির্দেশ করিতেছে।

অতএব দেখা বাইতেছে যে ঘর্ষণের পর কাঁচ, ইবনাইট, সিক্ক বা ফ্লানেল নূতন গুণ প্রাপ্ত হয়, এই গুণের হেতু উহাদের বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্তি বা চলিত ভাষায় বিদ্যুৎদান হওয়া। ঘর্ষণ দ্বারা একটি বস্তু হইতে বিদ্যুৎ নিঃসৃত হইয়া অপর বস্তুটিতে প্রযুক্ত হয়, ইহাই বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্তির কারণ।

একটি বস্তু হইতে বিদ্যুৎ গ্রহণ ও তাহা অপর বস্তুতে দান, একটি বস্তুর সহিত অপর একটি বস্তুর ঘর্ষণ দ্বারা করা যায় এই জন্তই ইহাকে ঘর্ষণজাত বিদ্যুৎ বলে। ঘর্ষণ কালে ঘর্ষণের জন্ত যে কার্ষ্যশক্তি লাগে তাহা বিভিন্ন পোটেনসিয়ালে স্থিত বিদ্যুৎরূপ “বৈদ্যুতিক শক্তি”তে পরিণত হয়।

**সুগুপ্ত সম্মপরিমাণ বিদ্যুৎ সৃজন** :—পূর্বেই বলা হইয়াছে, ঘর্ষণকালে একটি বস্তু হইতে বিদ্যুৎ নিঃসৃত হইয়া অপর একটি বস্তুতে প্রবিষ্ট হওয়া, বস্তু দুইটির বিদ্যুৎদান হইবার কারণ। সুতরাং স্পষ্টতই একটি বস্তুর যে পরিমাণ বিদ্যুৎ হ্রাস হয় অপর বস্তুটির ঠিক সেই পরিমাণ বিদ্যুৎলাভ হয় এবং যদি তাহাদের পরস্পরকে পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করা যায় তাহা হইলে একটির বাড়তি বিদ্যুৎ অপরটিতে

যাইয়া তাহার অভাব মোচন করতঃ উভয়েই সাধারণ অবস্থায় অর্থাৎ অবৈদ্যুতিক অবস্থায় আসিবে। ইহা নিম্নলিখিত পরখ দ্বারা জানা যায়। (চিত্র—২১)



পরখ (২) একটি কাঁচদণ্ডকে সিল্কের রুমাল দ্বারা ঘষিয়া টুকরা কাগজ লইয়া পৃথক ভাবে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে উভয়েই বিদ্যুদ্বান্ হইয়াছে। এখন ঐ রুমালকে বেশ করিয়া কাঁচদণ্ডের গাত্রে জড়াইয়া দিয়া এই রুমাল পরিবেষ্টিত দণ্ডকে কাগজের টুকরা প্রভৃতি হালকা বস্তুর উপর ধরিলে দেখা যাইবে যে আর উহার চিত্র—৮৮ আকৃষ্ট হয় না। ঠিক সেইরূপ ইবনাইট দণ্ডকে ফ্রানেল দ্বারা ঘর্ষণ করিয়া উভয়কে পৃথক ভাবে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে উভয়েই বিদ্যুদ্বান্, কিন্তু ফ্রানেলটিকে ইবনাইট দণ্ডের ঘর্ষিত স্থানের উপর জড়াইয়া এই ফ্রানেল আবৃত দণ্ডকে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে উহার বৈদ্যুতিক অবস্থা কিছুই নাই। সুতরাং এই পরখ হইতে প্রমাণিত হয় যে ঘর্ষণকালে একই সঙ্গে সমপরিমাণ বিপরীত বৈদ্যুতিক অবস্থার সৃষ্টি হয়, নচেৎ একত্রিত হইলে উহাদের অবৈদ্যুতিক অবস্থায় হইতে পারে না। (চিত্র—৮৮)

(প্রটেক্ট)—কোন বস্তু বিদ্যুদ্বান্ কিনা দেখিবার সহজ উপায় ‘উহার দ্বারা কাগজের টুকরা বা কুটা প্রভৃতি হালকা বস্তু আকৃষ্ট হয় কিনা।’ বস্তুটি বিদ্যুদ্বান্ হইলে এই পদার্থগুলি পুনঃ পুনঃ আকৃষ্ট ও উহার গাত্র স্পর্শ করতঃ নিক্ষিপ্ত হয়। গোল্ড-লীফ-ইলেকট্রোস্কোপ (Gold Leaf Electroscope) নামে একটি যন্ত্রের সাহায্যে ইহা সূচাক্রমে পরীক্ষিত হয়। অতএব আমরা দেখি ঘর্ষণকালে একটি বস্তু পজিটিভ ভাবে ও অপরটি নেগেটিভ ভাবে বিদ্যুদ্বান্ বা চার্জড হয়। নিম্ন তালিকায় কতকগুলি পদার্থের নাম এরূপ ভাবে লিপিবদ্ধ হইয়াছে যে তাহাদের মধ্যে যে কোন দুইটি লইয়া ঘর্ষণ করিলে যাহার নাম পূর্বে আছে তাহা পজিটিভ ভাবে বিদ্যুদ্বান্ হইবে।

আস্বেষ্টেস্ (Asbestos)

লোম (Fur)

ফ্লানেল (Flannel)

গজদন্ত (Ivory)

কাঁচ (Glass)

তুলা (Cotton)

কাগজ (Paper)

রেসম (Silk)

হাত (The hand)

কাঠ (Wood)

ধাতু (Metal)

ভারতীয় রবার (India Rubber)

গালা (Sealing wax)

রজন (Resin)

আম্বার (Amber)

গন্ধক (Sulphur)

গাটা-পার্চা (Gutta Parcha)

কলোডিয়ান (Collodian)

গান-কটন (Gun Cotton)

**পরিচালক (Conductors), অপরিচালক (Non-Conductors or Insulators) ও অর্ধচালক (Semi-Conductors) :—**পরিচালক বা কণ্ডাক্টার :—দেখা যায়, যে কোন বস্তু দ্বারা ঘর্ষিত হউক না কেন, রোপ্য, তাম্র, লৌহ প্রভৃতি বস্তু হস্ত দ্বারা ধৃত থাকিলে কোনরূপ বিদ্যুৎস্তর পরিচয় দেয় না, আবার কাঁচ, সিল্ক, পশম প্রভৃতি বস্তু বিদ্যুৎদান হয়। তাহার কারণ এই যে ধাতু, অম্ল, ধাতব লবণ, শরীর ইত্যাদি কতকগুলি বস্তু নিজেদের উপর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে দেয়, সুতরাং তাহারা যদি শরীর বা এবস্ত্রকার অথবা কোন বস্তু দ্বারা পৃথিবীর সূক্ষ্ম সংলগ্ন থাকে তাহা হইলে তাহাদের বিদ্যুৎস্তর নষ্ট হইয়া যায় অর্থাৎ বিদ্যুৎ পৃথিবীকে দান করিয়া যদি তাহারা পজ্জিতিত ভাবে বিদ্যুৎদান হইয়া থাকে বা পৃথিবী হইতে বিদ্যুৎ গ্রহণ করিয়া যদি নেগেটিভ ভাবে বিদ্যুৎদান হইয়া থাকে। তাহাতে পৃথিবীর বৈদ্যুতিক অবস্থা বা পোটেনস্যালের কিছুমাত্র পরিবর্তন ঘটে না, কারণ তুলনায় পৃথিবী অতীব বৃহৎ। এবস্ত্রকার বস্তু যাহারা এক স্থান হইতে অন্য স্থানে বিদ্যুৎ-চালনাক্ষম তাহাদিগকে পরিচালক বা কণ্ডাক্টার বলে। কাঁচ, সিল্ক, বায়ু প্রভৃতির মত বস্তু নিজেদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে দেয় না। সুতরাং হস্তদ্বারা ধৃত থাকিলেও তাহাদের বিদ্যুৎস্তর নষ্ট হয় না, এই জন্তই স্বর্ষণের পর তাহাদিগকে বিদ্যুৎদান দৃষ্ট হয়। এবস্ত্রকার বস্তু যাহাদের



মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে পারে না তাহাদিগকে অপরিচালক, ইনসুলেটর বা ননকণ্ডাক্টর বলে। আবার এরূপ কতকগুলি বস্তু আছে যাহারা ভাল পরিচালক নয় বা ভাল অপরিচালকও নয়, তাহাদিগকে অর্ধচালক বলে। নিম্নে ইহাদিগের তালিকায় সর্বাপেক্ষা ভাল পরিচালকের নাম অগ্রে ও অপরিচালকের নাম শেষে লেখা হইয়াছে।

### কণ্ডাক্টর (Conductor)।

রৌপ্য।	অপর্যাপ্ত ধাতু।	পারদ।	অম্ল (acid)।
তাম্র।	মিশ্র ধাতু।	কয়লা।	ধাতব লবণ।

### অর্ধ কণ্ডাক্টর (Semi-Conductor)।

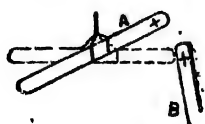
জল।	কাঁচ।	আস্বেস্টস্।
শরীর।	মার্বেল প্রস্তর।	গজদন্ত।
তুলা।	কাগজ।	প্লেট প্রস্তর।

### নন-কণ্ডাক্টর (Non-Conductor or Insulator)।

তৈল।	গন্ধক।	ইবনাইট।	কোয়ার্টস্।
চিনামাটি।	রজন।	প্যারাক্সিন।	বায়ু।
পশম।	রবার।	অম্ল।	
রেসম।	গাল।	কাঁচ।	

IV. B.—যদিও ইহাদের মধ্য দিয়া বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহিত হইতে পারে না তথাপি শক্তির চাপের আধিক্য হইলে ইনসুলেসনের মাত্রাও অধিক করিতে হয়। নতুবা অবস্থা হিসাবে ইহাদের কেহ কেহ কণ্ডাক্টরের কার্য করে।

বিদ্যুতের রকম ও তাহাদিগের নিজেদের উপর কার্য্যাবলী :—

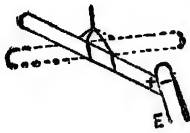


চিত্র—৮৯

(পর্য্য ৩) (ক) একটি কাঁচদণ্ডের এক শেষ ভাগ সিল্কের রুমাল দ্বারা ঘষিয়া বিদ্যুৎ আন করিয়া দণ্ডটিকে মাঝখানে সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া

দিয়া পরে আর একটি কাঁচদণ্ডকে বিদ্যুৎ আন করিয়া ঝুলান্নিত দণ্ডের বিদ্যুৎ আন শেষ ভাগের নিকট লইয়া আসিলে দেখা যায় যে ঝুলান্নিত কাঁচদণ্ডটি নিক্ষেপণ হেতু ঘুরিয়া যাইতেছে (চিত্র—৮৯)।

(খ) কিন্তু যদি ঝুলায়িত কাঁচদণ্ডের নিকট ফ্রান্সেল দ্বারা বিদ্যুদ্বান্ ইবনাইট দণ্ড লইয়া আসা যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে উহা আকৃষ্ট



চিত্র—২০

হইয়া নিকটে চলিয়া আসিতেছে (চিত্র—২০)।

(গ) ইবনাইটের পরিবর্তে সিল্কের রুমালটি আনিলেও কাঁচ দণ্ডটিকে আকর্ষিত হইতে দৃষ্ট হইবে। (ঘ) কিন্তু ফ্রান্সেলটিকে কাঁচদণ্ডের

নিকট আনিলে উহা নিষ্কৃষ্ট হইবে। ঠিক

এইরূপে ইবনাইটকে বিদ্যুদ্বান্ করিয়া ঝুলাইয়া পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে বিদ্যুদ্বান্ সিল্ক বা ইবনাইট দ্বারা নিষ্কৃষ্ট ও কাঁচদণ্ড বা ফ্রান্সেল দ্বারা আকৃষ্ট হয়।

এই পরীক্ষাগুলি হইতে প্রমাণ হয় যে—(১) কাঁচদণ্ডের যে বৈদ্যুতিক অবস্থা হয় ফ্রান্সেলেও সেই বৈদ্যুতিক অবস্থা (ক ও খ হইতে) হয়।

(২) বৈদ্যুতিক অবস্থা দুই প্রকার অতএব দুই প্রকার ফল দৃষ্ট হয়।

(৩) “অনুরূপ বিদ্যুদ্বান্ বস্তুদ্বয়ে নিষ্কৃপণ ও বিপরীত বিদ্যুদ্বান্ বস্তুদ্বয়ে আকর্ষণ হয়।”

**আকর্ষণ বা নিষ্কৃপণ বলের নিয়ম:**—(বিক্রপ বর্গ নিয়ম)। দুইটি বিদ্যুদ্বান্ বস্তু যে বলের দ্বারা আকর্ষণ বা নিষ্কৃপ করে তাহা চুম্বক বলের মত (১) বিদ্যুৎ পরিমাণদ্বয়ের গুণ ফলের অনুরূপ ও (২) তাহাদের ব্যবধানের বর্গের বিক্রপ। অর্থাৎ—

$$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}, \quad F = \text{বল} \quad \begin{aligned} Q_1 \text{ ও } Q_2 &= \text{বিদ্যুৎদ্বয়ের পরিমাণ} \\ d &= \text{তাহাদিগের ব্যবধান} \end{aligned}$$

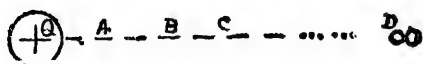
‘একক’ বিদ্যুৎ পরিমাণ :—দুইটি সমপরিমাণ বিদ্যুৎকে একক দূরত্ব (১ সেমি) ব্যবধানে রাখিলে যদি তাহারা একক বলের দ্বারা (১ ডাইন) আকর্ষণ বা নিষ্কৃপ করে, তাহাদিগকে এক ‘সি, জি, এস’ স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক (One C. G. S. Electro-static unit) বলে। ইহা উল্লিখিত

$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$  হইতে পাওয়া যায়। (একক মেরুতেজের সংজ্ঞা দ্রষ্টব্য)।

এই এককটি অত্যন্ত ছোট বলিয়া ব্যবহার হয় না। ইহা অপেক্ষা  $৩ \times ১০^৯$  গুণ বড় পরিমাণকে ব্যবহার্য্য একক ধরা হয়, ইহাকে (Coulomb) বলে। বহুমান বিদ্যুতে অপর একটি একক ব্যবহার হয়।

**পোটেনস্যাল ( Potential )** :—ইহা পূর্বে বর্ণিত হইয়াছে। এখন কার্ণের সহিত সম্বন্ধ দেখাইয়া ইহার পরিমাপ পদ্ধতি বর্ণিত হইবে। পৃথিবীর পোটেনস্যালকে শূন্য ধরা হয়, কারণ ইহা এত বৃহৎ যে আমাদের ব্যবহার্য্য বিদ্যুৎ ইহার পোটেনস্যালকে বদলাইতে পারে না। বস্তুতঃ সঠিক শূন্য (Absolute Zero) পোটেনস্যাল অনন্ত দূরত্বে, কারণ কোন বিদ্যুদ্বান বস্তুর বল অনন্তে নিশ্চয়ই শূন্য এবং এক এককের পোটেনস্যাল—সঠিক সংজ্ঞা প্রদানে এই পোটেনস্যালকেই শূন্য ধরিতে হইবে। কিন্তু যে পোটেনস্যালকেই শূন্য ধরা যাউক না কেন দুইটি বিন্দুর মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্য বা পি, ডি ( P. D. ) একই হইবে এবং কার্য্যকালে এই পোটেনস্যাল পার্থক্যই প্রয়োজন হয়।

ধরা যাউক যেন  $Q$  একটি পজিটিভ বিদ্যুৎ সম্পন্ন বস্তু (চিত্র—২১) ও ইহার নিকটে আর অল্প কোন বিদ্যুৎ নাই। তাহা হইলে পোটেনস্যাল  $Q$  বিন্দুতে পজিটিভ হইতে ক্রমান্বয়ে কমিতে কমিতে অনন্তে সর্বত্র শূন্যে পরিণত হইতেছে। আর ধরা যাউক যেন অনন্তে



চিত্র—২১

D বিন্দুতে একটি একক

পজিটিভ বিদ্যুৎ আছে। এই একক বিদ্যুৎকে অনন্ত হইতে C বিন্দুতে আনিতে হইলে,  $Q$  বিন্দুতে স্থিত বিদ্যুতের নিক্ষেপণ বলের বিরুদ্ধে ইহার উপর কার্য্য করিতে হইবে। অতএব ‘একক’ বিদ্যুৎটি যখন C বিন্দুতে উপস্থিত হইল তখন উহা আবহিক শক্তি বা পোটেনস্যাল এনার্জি

সম্পন্ন হইল এবং এই আবস্থিক-শক্তির পরিমাণ, উহাকে C বিন্দুতে আনিতে যে পরিমাণ কার্য্য করিতে হয়, তাহার সহিত সমান। স্পষ্টতঃই B বিন্দুতে আনিতে আরও অধিক কার্য্য করিতে হইবে এবং A বিন্দুতে আনিতে তদপেক্ষা অধিক কার্য্য করিতে হইবে। এই সকল করিতে যে সকল কার্য্য করিতে হইবে তাহা নিষ্ক্ষেপণবলের উপর নির্ভর করিতেছে এবং এই নিষ্ক্ষেপণবল ‘মধ্যগ’ বা মিডিয়াম (medium), Q বিন্দুর বিদ্যুৎ পরিমাণ ও তাহা হইতে ব্যবধানের উপর নির্ভর করে, অর্থাৎ Q হইতে ক্রমশঃ বহির্দিকে পোটেনস্যালের পরিবর্তনের মত। সুতরাং সম্ভাবতঃই এই কার্য্যের সহিত পোটেনস্যালের ঘনিষ্ট সম্বন্ধ আছে। যদি একক পজিটিভ বিদ্যুৎকে অনন্ত হইতে C বিন্দুতে আনিতে  $V_3$  ‘আর্গ’ (erg) কার্য্য করিতে হয় তাহা হইলে Q বিন্দুর বিদ্যুৎ জনিত ঐ C বিন্দুর পোটেনস্যাল  $V_3$  স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক। ঠিক সেইরূপ B বিন্দুতে আনিতে যদি  $V_2$  আর্গ কার্য্য করিতে হয় তাহা হইলে ঐ B বিন্দুতে Q বিন্দুর বিদ্যুৎ হেতু পোটেনস্যালের পরিমাণ  $V_2$  স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক। এবং B ও Cএর মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্য বা পি, ডি (  $\phi_2 - V_3$  ) স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক। Q বিন্দুস্থিত বিদ্যুত্বে বস্তুটিতে একক বিদ্যুৎটিকে আনিতে যদি  $V_1$  ‘আর্গ’ কার্য্য ব্যয় হয় তবে ঐ Q বিন্দুর বা বস্তুটির পোটেনস্যাল পরিমাণ  $V_1$  স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক।

যদি ঐ বস্তুটিতে পজিটিভ বিদ্যুৎ না থাকিয়া নেগেটিভ বিদ্যুৎ থাকে (চিত্র—২২) তাহা হইলেও পূর্কোক্ত যুক্তিই চলিবে, কেবলমাত্র মনে রাখিতে হইবে যে এস্থলে নিষ্ক্ষেপণ বল না হইয়া আকর্ষণ বল হইবে ও

$$\textcircled{Q} - \frac{A}{r} - \frac{B}{r} - \frac{C}{r} - \dots \dots \dots \frac{Q_0}{r} \quad \text{অনন্ত হইতে অগ্রসর হইতে হইলে একক পজিটিভ বিদ্যুৎ-}$$

চিত্র—২২

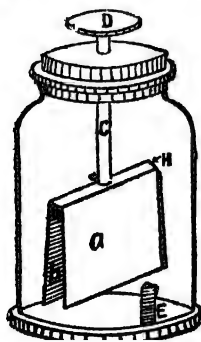
টির উপর কার্য্য করিতে

হইবে না, উহা নিজেই কার্য্য করিবে। ইহা হইতে পোটেনস্যালের

এই সংজ্ঞা পাওয়া যায়। “কোন বিদ্যুৎসম্পন্ন বস্তুর পরিবেষ্টনকারী রাজ্যের কোন বিন্দুর পোটেনশাল, পরিমাণে অনন্ত হইতে ঐ বিন্দু পর্যন্ত একটি একক পজিটিভ বিদ্যুৎকে আনিতে যে পরিমাণ কার্য উহার উপর বা উহার দ্বারা সাধিত হয় তাহার সহিত সমান”। এবং প্রমাণিত হইয়াছে

যে এই কার্যের পরিমাণ  $= \frac{Q}{r}$ ,  $Q$  = বিদ্যুদ্বান্ বস্তুর বিদ্যুৎ পরিমাণ ও

$r$  = বিদ্যুদ্বান্ বস্তু হইতে বিন্দুটির দূরত্ব। দুইটি বিন্দুর মধ্যে পোটেনশাল পার্থক্য একটি একক বিদ্যুৎকে এক বিন্দু হইতে অপরটিতে লইয়া যাইতে যে পরিমাণ কার্য উহার উপর বা উহার দ্বারা সাধিত হয় তদ্বারা পরিমিত হয়। অতএব কোন বিন্দুর পোটেনশাল এক সি, জি, এস, (C. G. S.) স্থানীয়-বৈদ্যুতিক একক যদি অনন্ত হইতে ঐ বিন্দু পর্যন্ত একক পরিমাণ পজিটিভ বিদ্যুৎকে আনিতে বা আসিতে হইলে ১ আর্গ কার্য উহার উপর বা উহার দ্বারা সাধিত হয়। ইহার কোন বিশেষ নাম নাই ও ব্যবহার হয় না। ব্যবহার্য একককে ভোল্ট (Volt বলে, ভোল্ট স্থানীয় বৈদ্যুতিক এককের  $\frac{1}{300}$  অংশ। বহমান বিদ্যুতে পোটেনশাল



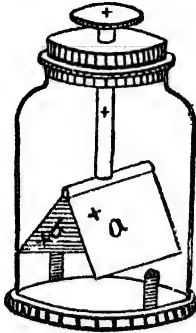
চিত্র—২৩

মাপিবার অপর একটি একক ‘ম্যাক্সহাার হয়, তাহাকে ‘সি, জি, এস চুম্বক-বৈদ্যুতিক (Electromagnetic) একক বলে। ইহা স্থানীয় বৈদ্যুতিক এককের  $\frac{1}{3 \times 10^9}$  অংশ। অতএব ভোল্ট =  $10^9$  চুম্বক বৈদ্যুতিক একক।

গোল্ড লীফ ইলেকট্রোস্কোপ (Gold leaf Electroscope) :—

একটি বিদ্যুৎ পরীক্ষক যন্ত্রের বর্ণনা হইবে। ইহাকে গোল্ড লীফ ইলেকট্রোস্কোপ বলে, কারণ ইহাতে দুই টুকরা সোণার পাত ব্যবহার হয় (চিত্র—২৩)।

ইহাতে C, পিত্তল দণ্ডে সংযুক্ত D একটি পিত্তল চাকতি এবং A ও B দুইটি সোণার পাত, E একটি কাঁচের জার, দুইটি ধাতব পাত ইহাতে আছে, ইহারা ঐ জারের গায়ে সংলগ্ন ও পৃথিবীর সহিত সংযুক্ত হইতে পারে।



চিত্র—২৪

যদি D চাকতিতে বিদ্যুৎ দেওয়া যায় তাহা হইলে ঐ বিদ্যুৎ C, দণ্ডে ও A ও B স্বর্ণপাতে বিস্তৃত হইবে। এবং যেহেতু অম্লরূপ বিদ্যুৎ পরস্পরকে নিক্ষেপ করে, নিক্ষেপণ হেতু স্বর্ণপাত দুইটি ফাঁক হইয়া যাইবে (চিত্র—২৪)।

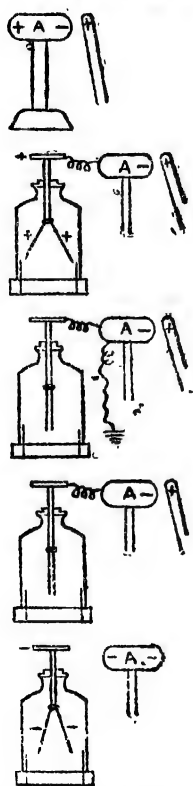
স্বর্ণপাত দুইটিতে বিদ্যুতের পরিমাণ যত অধিক হইবে, উহারা তত অধিক ফাঁক হইবে। এবং উহাদের নিকট ভূসংলগ্ন ধাতব পাতদ্বয় থাকায় উহারা অপেক্ষাকৃত অধিক ফাঁক হইবে, ইহার কারণ সম্ভাবন পড়িলে বুঝা যাইবে।

এই যন্ত্রের সাহায্যে কোন বস্তু বিদ্যুৎদ্বান কিনা পরীক্ষা করা যায়। বস্তুটিকে D চাকতির সহিত স্পর্শ করাইলে যদি স্বর্ণপাত ফাঁক হয় তাহা হইলে উহা বিদ্যুৎদ্বান। বস্তুটিকে D চাকতির সহিত না ঠেকাইয়া উহার নিকটে আনিলেই যদি উহা বিদ্যুৎদ্বান হয় তাহা হইলেও স্বর্ণপাত দুইটি ফাঁক হইবে। ইহার কারণ সম্ভাবন হইতে বুঝা যাইবে।

দ্রষ্টব্য—এই যন্ত্রটিতে স্বর্ণপাত ব্যবহার করিবার কারণ এই যে স্বর্ণের খুব পাতলা পাতলা পাত প্রস্তুত হইতে পারে (১ঘন ইঞ্চি পরিমাণ স্বর্ণ হইতে প্রায় ৩০০০০ বর্গ ইঞ্চি বিস্তৃত পাত হইতে পারে)। যদিও স্বর্ণ অধিকাংশ ধাতু অপেক্ষা ভারী, ইহার পাত এত পাতলা হইতে পারে যে অল্প যে কোন ধাতুর সমবিস্তৃতির পাত অপেক্ষা ইহার পাত হাল্কা। প্রবণ (Sensitive) যন্ত্র প্রস্তুত করিতে হইলে খুব হাল্কা পাতই প্রযুক্ত, বাহাতে সামান্য বিদ্যুৎ পরিমাণের ক্ষীণ বল (নিক্ষেপণ) দ্বারা হাল্কা পাত সহজেই অধিক ফাঁক হয়। ইহার দ্বিতীয় সুবিধা এই যে পাতের স্থূলতা অতি অল্প হওয়ার ফাঁক হইতে বিশেষ বাধা পায় না।

## পঞ্চম পরিচয়

### সম্ভাবন বা ইণ্ডাকসন ( Induction ) :—



একটি পরিচালকের নিকট একটি বিদ্যুদ্বান্ বস্তু লইয়া আসিলে পরিচালকটিতে বিদ্যুৎ সম্ভাবিত হয়, পরিচালকটির যে অংশ বিদ্যুদ্বান্ বস্তুর নিকটে থাকে তথায় বিপরীত বিদ্যুৎ ও যে অংশ দূরে থাকে তথায় অমুরূপ বিদ্যুৎ সম্ভাবনে সৃষ্ট হয়, এবং এই সম্ভাবিত অমুরূপ ও বিপরীত বিদ্যুদ্বয় পরিমাণে সমান। সম্ভাবনকালে স্পর্শ করিলে অমুরূপ বিদ্যুৎ সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা নিষ্কিপ্ত হয় বলিয়া পৃথিবীতে চলিয়া যায় কিন্তু বিপরীত বিদ্যুৎ পারে না, কারণ টিহা সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা আকর্ষিত হইয়া থাকে। এইজন্য সম্ভাবিত বিপরীত বিদ্যুৎকে বদ্ধ বিদ্যুৎ ( Bound Charge ) ও অমুরূপ বিদ্যুৎকে স্বাধীন বিদ্যুৎ ( Free Charge ) বলে। ( চিত্র—২৫ )।

( পরম ১ ) A একটি পরিচালক, ইহা অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত ও উহার নিকটে একটি পজিটিভ বিদ্যুদ্বান্ বস্তু আছে। এবং উহাদের মধ্যে কিছু ফাঁক আছে অর্থাৎ উহাদের ব্যবধানে অপরিচালক ( বায়ু ) আছে চিত্র—২৬।

একটি তার দিয়া A কে গোল্ডলীক্ ইলেকট্রোস্কোপে সংযুক্ত করিলে স্পর্শাত দুইটি ফাঁক হইবে ( চিত্র—২৬ )। ইহা

চিত্র—২৫, ২৬, ২৭, ২৮, ২৯।

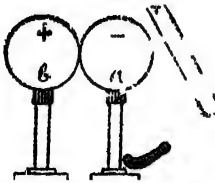
হইতে দেখা যায় যে A বিদ্যুদ্বান্ হইয়াছে।

(২) এখন যদি Aকে স্পর্শ করা যায় বা তার দ্বারা ভূ-সংলগ্ন করা হয় তাহা হইলে স্পর্শপাতনর বুলিয়া বাইবে চিত্র—৯৭, Aএর বিদ্যুৎ পৃথিবীতে চলিয়া যাওয়ার দরুন উহা অবৈদ্যুতিক অবস্থা হইল (চিত্র—৯৮)।

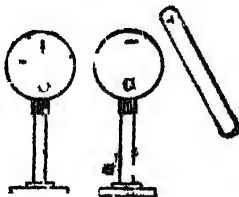
(৩) আর যদি এখন বিদ্যুৎ বস্তুকে সরাইয়া লওয়া হয় তাহা হইলে দেখা যায় স্পর্শপাত পুনরায় ফাক হয় (চিত্র—৯৯)।

(৪) কিন্তু যদি Aকে স্পর্শ না করিয়া বিদ্যুৎ বস্তুকে সরাইয়া লওয়া হয় তাহা হইলে স্পর্শপাত বুলিয়া যায়।

এইগুলি হইতে বুঝা যায় যে Aতে বিদ্যুৎ সঞ্চিত হইয়াছে ও সমপরিমাণে দুইটি বিপরীত বিদ্যুৎ সঞ্চিত হইয়াছে। তদ্ব্যতীত একটি সর্বদাই সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা নিষ্কিপ্ত হইতেছে ও অপরটি আকর্ষিত হইতেছে, এইজন্যই তার দ্বারা সংযোগ করিলে ইলেকট্রোস্কোপের স্পর্শপাতে এই নিষ্কিপ্ত বিদ্যুৎ চলিয়া যায় ও তদ্রূপ স্পর্শপাতনর ফাক হয়। পরে হস্ত দ্বারা স্পর্শ করিলে এই নিষ্কিপ্ত বিদ্যুৎ পৃথিবীতে চলিয়া যায়, কিন্তু অপর বিদ্যুৎটি আকর্ষিত হইয়া আছে বলিয়া পালাইতে পারে না, Aএর সর্বত্র বিস্তৃত হইতেও পারে না,



চিত্র—১



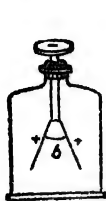
ত্র—১০১

উহা সম্ভাবক বিদ্যুতের নিকাট থাকে, সুতরাং স্পর্শপাতনর বুলিয়া যায়। পরে হস্ত সরাইয়া লইয়া বিদ্যুৎ বস্তু সরাইয়া লইলে এই আকর্ষিত বা বদ্ধ বিদ্যুৎ Aএর সর্বত্র ও ইলেকট্রোস্কোপে ছড়াইয়া পড়ে, সেইজন্য পাতনর পুনরায় ফাক হয়। বলা বাহুল্য যে আকর্ষিত বিদ্যুৎটি সম্ভাবক বিদ্যুতের অবস্থাই বিপরীত ও নিষ্কিপ্ত বিদ্যুৎটি সম্ভাবক বিদ্যুতের অনুরূপ। ইহা এই ভাবেও প্রমাণ করা যায় :—পরখ (চিত্র—১০০) :—A ও B দুইটি অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত পরিচালক ও দণ্ডটি বিদ্যুৎ বস্তু। Aএর সহিত B সংলগ্ন। দণ্ডকে উহা দ্বারা নিকট লগ্না আসিলে সম্ভাবন হইবে। পরে Aকে B হইতে পৃথক করিয়া (চিত্র—১০১) দণ্ডকে সরাইয়া লইয়া বাইলে দেখা বাইবে যে A ও Bএর মধ্যে আকর্ষণ হয়, A ও দণ্ডের মধ্যে আকর্ষণ হয় কিন্তু B ও দণ্ডের মধ্যে নিষেধণ হয়। আবার Aর সহিত Bকে সংযুক্ত করিয়া দিলে উহারা অবৈদ্যুতিক



অবস্থায় যায়। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে সমপরিমাণে দুই প্রকার বিদ্যুৎই সম্ভাবিত হয়, চম্পথো বিপরীতটি আকর্ষিত হইয়া নিকটবর্তী ভাগে থাকে ও অনুরূপটি নিক্ষেপন হেতু দূরবর্তী স্থানে চলিয়া যায়।

মধ্যগের সম্ভাবনী ক্ষমতা (Inductive Capacity) :—পবন, (ক) সিল্ক দ্বারা ঘবির্য একটি কাঁচদণ্ডকে বিদ্যুৎদান করিয়া ইলেকট্রোস্ট্যাগেব নিকট ধবিলে দেখা যাইবে যে



চিত্র—১০২

স্বর্ণপাত কাঁক চইবে। ইহার কারণ “সম্ভাবন” হয়। সম্ভাবন সৃষ্ট বিপরীত বিদ্যুৎ চাকতির উপর এবং অনুরূপ বিদ্যুৎ স্বর্ণপাতের উপর ( বাবণ ইহা চাক্তি অপেক্ষা দূরবর্তী ) আশ্রয় লব। এই সম্ভাবিত অনুরূপ বিদ্যুৎ হেতু পাতদ্বয় কাঁক হয়। এতলে ইলেকট্রোস্ট্যাগ ও কাচদণ্ডের ব্যবধানে বায়ু আছে, সুতরাং বায়ু ‘মধ্যগেব’ মধ্য দিয়া সম্ভাবন ক্রিয়া হইতেছে (চিত্র—১০২)।

(খ) এখন যদি বায়ুর পরিবর্তে কাঁচ বা অল্প কোন অপরিচালকে উহাদের ব্যবধানে রাখিয়া মধ্যগকে বদলাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে



চিত্র—১০৩

দেখা যাইবে যে পাতদ্বয়ের মধ্যে কাঁক বাড়িয়া যায়, (চিত্র—১০৩)। সুতরাং পাতদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ বল অধিক হইতেছে, অতএব তাহাদের উপর অধিকতর বিদ্যুৎ সম্ভাবিত হইয়াছে, অর্থাৎ সম্ভাবনের তীব্রতা বাড়িয়াছে।

এইরূপে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে প্রায়

প্রত্যেক কঠিন বা তরল অপরিচালক ‘মধ্যগ’ হইলে সম্ভাবনের তীব্রতা অধিক হয় অর্থাৎ বায়ু অপেক্ষা ইহার অধিক সম্ভাবন ঘটাতে পারে। বায়ুর সহিত তুলনায় ইহার যতগুল সম্ভাবন ঘটাইতে পারে তাহাকে ইহাদের ‘সম্ভাবনী ক্ষমতা’ বলে।

সম্ভাবনের অনুমান (Theory of Induction) :—অপরিচালকেব মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে পারে না, সেই জন্য অনুমান হয় যে চাপ পার্থক্য হেতু বিদ্যুৎ প্রবাহের চেষ্টা হইলে অপরিচালকের মধ্যে আবহিক পরিবর্তন ঘটে,—সেই হেতু উহারা বিপরীত দিকে সমান চাপ দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিতে সক্ষম হয়, কিন্তু পরিচালকের মধ্যে এই আবহিক পরিবর্তন ঘটে না বলিয়া উহারা বিপরীত দিকে চাপ দিতে অক্ষম

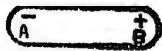
হয়, হুতরাং উহাদের উপর দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়, বাবৎ সর্বত্র চাপ বা পোটেনশ্যাল সমান না হয়। যদি অনুমান করা যায় যে ঘরের মধ্যে কোন বস্তুতে  $Q$  পরিমাণ পজিটিভ বিদ্যুৎ আছে, তাহা হইলে এই বিদ্যুৎ হেতু চারিদিকে অপরিচালক মধ্যগের (বায়ু) মধ্যে বৈদ্যুতিক চাপ বা পোটেনশ্যাল সৃষ্ট হইবে এবং এই চাপ বা পোটেনশ্যাল ঐ বিদ্যাহান বস্তুর নিকট হইতে প্রথমতঃ অতি দ্রুত কমিতে থাকিবে ও যতই ভূ-সংলগ্ন বস্তুর নিকটে আগমন হওয়া যাইবে ইহা অর্থাৎ পোটেনশ্যাল ততই ক্রমশঃ কমিয়া ভূ-সংলগ্ন বস্তুতে শূন্যে পরিণত হইবে। হুতরাং যদি কোন স্থানে  $A$  ও  $B$  দুইটি বিন্দু লওয়া যায়, (চিত্র—১০৪), তাহা হইলে  $A$  বিন্দুর চাপ বা পোটেনশ্যাল  $B$  বিন্দুর চাপ বা পোটেনশ্যাল অপেক্ষা অধিক। এই চাপ বা পোটেনশ্যাল পার্থক্য হেতু  $A$  হইতে  $B$  বিন্দুতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইবার চেষ্টা করিতেছে। কিন্তু ‘মধ্যগ’ (বায়ু) অপরিচালক



$A$

$B$

চিত্র—১০৪



চিত্র—১০৫

বলিয়া উহার আবহিক পরিবর্তন ঘটিতেছে, তজ্জন্ত উহা বিপরীত দিকে সমান চাপ দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিতে সক্ষম হইতেছে। এখন যদি  $A$  ও  $B$  বিন্দুদ্বয়কে একটি পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করা যায় (চিত্র—১০৫), তাহা হইলে যেহেতু উহার আবহিক

পরিবর্তন ঘটে না, উহা বিপরীতদিকে চাপ প্রদানে অক্ষম,—চাপ বা পোটেনশ্যাল পার্থক্য হেতু উহার উপর দিয়া  $A$  হইতে  $B$  বিন্দুতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে  $A$  হইতে  $B$ র দিকে বিদ্যুৎ ততক্ষণ অপসৃত হইবে যে পর্যন্ত না  $A$   $B$  পরিচালকের সর্বত্র পোটেনশ্যাল সমান হয়। অতএব স্পষ্টই দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে পরিচালকের  $A$  বিন্দুতে সাধারণ অবস্থা অপেক্ষা কম বিদ্যুৎ থাকিবে কারণ এখান হইতে বিদ্যুৎ সরিয়া যাইতেছে অর্থাৎ  $A$  বিন্দুতে নেগেটিভ বিদ্যুৎ হইল এবং  $B$  বিন্দুতে সাধারণ অবস্থা অপেক্ষা সমপরিমাণ অধিক বিদ্যুৎ হইল কারণ ঐ অপসৃত বিদ্যুৎ এখানে আসিয়াছে, অর্থাৎ  $B$  বিন্দুতে সমপরিমাণ পজিটিভ বিদ্যুৎ হইল। এখন  $Q$  হইতে বহির্দিকে কিরূপে পোটেনশ্যাল প্রথমতঃ অতি দ্রুত কমিতে থাকে তাহা যদি স্মরণ করা যায় তাহা হইলে ইহা সহজেই প্রতীয়মান হইবে যে  $A$   $B$  কে যত  $Q$ র সন্নিহিত করা যাইবে,  $A$  ও  $B$  এর মধ্যে ততই অধিক পোটেনশ্যাল পার্থক্য হইবে, হুতরাং  $A$  হইতে  $B$  তে ততই অধিক পরিমাণ

বিদ্যাৎ অপস্থত হইবে, অর্থাৎ সম্ভাবনের তীব্রতা ততই অধিক হইবে। এখন যদি Q-পজিটিভ না হইয়া নেগেটিভ হয়, তাহা হইলে ইহার চাপ বা পোটেনস্যাল পৃথিবীর বা ভূ-সংলগ্ন বস্তুর পোটেনস্যাল অপেক্ষা কম। অতএব Q হইতে বহির্দিকে যতই দূরে যাওয়া যাইবে পোটেনস্যাল ততই বাড়িতে থাকিবে। সুতরাং B বিন্দুর পোটেনস্যাল A বিন্দুর পোটেনস্যাল অপেক্ষা অধিক। অতএব A ও B কে পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করিলে B হইতে বিদ্যাৎ অপস্থত হইয়া A বিন্দুতে ততক্ষণ আসিবে যতক্ষণ না B এর পোটেনস্যাল কমিয়া ও Aর পোটেনস্যাল বাড়িয়া A ও Bর সর্বত্র সমপোটেনস্যাল হয়। অতএব দেখা গেল এস্থলে কিরূপে U নেগেটিভ ভাবে ও A পজিটিভ ভাবে বিদ্যাধান হইল।

**সম্ভাবনী ক্ষমতা :—**বিদ্যাধান বস্তু ও পরিচালকের ব্যবধানে বায়ু 'মধ্যগ' না হইয়া যদি কোন কঠিন বা তরল অপরিচালক মধ্যগ হয় তাহা হইলে সম্ভাবনের তীব্রতা বাড়িয়া যায়। এবং পরিচালকটি বিদ্যাধান বস্তুর নিকটবর্তী হইলে সম্ভাবনের তীব্রতা বাড়িয়া যায়। অতএব দেখা যাইতেছে যে বায়ুর পরিবর্তে কোন কঠিন অপরিচালকের ব্যবহারের ফল বায়ুর স্থলতা হ্রাস করা অর্থাৎ পরিচালকটিকে বিদ্যাধান বস্তুর সন্নিহিত করার সামিল। যথা ৫ সেটিমিটার পুরু অভ্র ১ সেটিমিটার পুরু বায়ুর সহিত সমান ফল প্রদ। অতএব অভ্রের সম্ভাবনী ক্ষমতা ৫।

**সম্ভাবন আকর্ষণের মূল :—**কাঁচদণ্ড বা কোন বস্তু বিদ্যাধান হইলে কাগজের টুকরা বা কুটা প্রভৃতি হালকা বস্তুকে আকর্ষণ করে। তাহার কারণ এই যে বিদ্যাধান বস্তুটি ঐ সকল বস্তুর নিকটবর্তী হইলে সম্ভাবন হয়। সম্ভাবন হেতু বিপরীত বিদ্যাৎ নিকটবর্তী স্থানে সৃষ্ট হয় ও অল্পরূপ বিদ্যাৎ দূরবর্তী স্থানে সৃষ্ট হয়। সম্ভাবক বিদ্যাৎ ও সম্ভাবিত বিদ্যাৎ দ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ ও নিক্ষেপন হয়। তন্মধ্যে বিপরীত বিদ্যাৎটি নিকটবর্তী হওয়ায় আকর্ষণ বল নিক্ষেপণ বল অপেক্ষা অধিক, সুতরাং বস্তুটি আকর্ষিত হয়। আরও দৃষ্ট

হইবে যে আকর্ষিত হইয়া বিদ্যুদ্বান্ বস্তুর সহিত স্পর্শিত হইলে উহা নিষ্কিণ্ণ হয়। তাহার কারণ স্পর্শিত হইলে উহার সম্ভাবিত বিপরীত বিদ্যুৎ সম্ভাবক বিদ্যুৎ দ্বারা নষ্ট হইয়া যায় ও পরে ঐ সম্ভাবক বিদ্যুতের কিছু অংশ স্পর্শহেতু উহাতে আইসে ও সেইজন্য অল্পরূপ বিদ্যুৎয়ে নিষ্কপন হেতু উহা নিষ্কিণ্ণ হয়। এবং পরে ভূমিতে পড়িলে উহার বিদ্যুৎ নষ্ট হইয়া যায় সুতরাং পুনরায় সম্ভাবন হয় ও আকর্ষিত হয়।

**ধারণ ক্ষমতা (Capacity) :**—কোন বস্তুর বৈদ্যুতিক ধারণ ক্ষমতা বলিতে উহার বিদ্যুৎ ধারণ করিবার ক্ষমতাকে বুঝায়। বস্তুটির পোটেনশিয়ালকে একক পরিবর্তিত করিতে যে পরিমাণ বিদ্যুৎ লাগে, ইহা তদ্বারা পরিমিত হয়। অতএব একটি পরিচালকের ধারণ ক্ষমতা এক 'সি, জি, এস, স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক, যদি একক পরিমিত স্থানীয় বিদ্যুৎ দ্বারা উহার একক পরিমাণ স্থানীয় বৈদ্যুতিক পোটেনশিয়াল বৃদ্ধিত হয়। ইহার কোনও নাম নাই এবং কার্যেও ব্যবহার হয় না। ব্যবহার্য একককে 'ফ্যারাড' (Farad) বলে। পরিচালকের ধারণ ক্ষমতা এক ফ্যারাড বলা যায় যদি এক 'কুলম্ব' (Coulomb) বিদ্যুৎ দ্বারা উহার পোটেনশিয়াল ১ ভোল্ট (Volt) বৃদ্ধিত হয়। ১ ফ্যারাড— $9 \times 10^{11}$  স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক। ১০<sup>৬</sup> ফ্যারাডকে মাইক্রো-ফ্যারাড (Microfarad) বলে। বহমান বিদ্যুতে অপর একটি একক ব্যবহার হয়, তাহাকে সি, জি, এস, চুম্বক—বৈদ্যুতিক একক বলে এবং ইহা  $9 \times 10^{12}$  স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক বা ১০<sup>৯</sup> ফ্যারাড।

**গোলকের ধারণক্ষমতা ব্যাসার্ধের সহিত সমান :**—কারণ  $r$  ব্যাসার্ধের একটি গোলকে  $Q$  পরিমাণ বিদ্যুৎ দিলে অনুমান করা যায় যেন বিদ্যুৎটি কেন্দ্রে আছে ও তাহা হইলে ঐ গোলকের উপরিস্থ যে কোন বিন্দু কেন্দ্র হইতে  $r$  দূরত্বে থাকায় তথাকার পোটেনশিয়াল

$\frac{Q}{r}$ । অতএব দেখা যাইতেছে  $Q$  পরিমাণ বিদ্যুতের জন্য পোটেনশ্যল বৃদ্ধি হইতেছে  $\frac{Q}{r}$ । সুতরাং একক পরিমিত পোটেনশ্যল বৃদ্ধির

$Q = \frac{Q}{r}$  বা  $r$  পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রয়োজন। অতএব গোল-

কটির ধারণক্ষমতা  $r$  বা উহার ব্যাসার্ধ। সুতরাং ১ সেন্টিমিটার ব্যাসার্ধের গোলকের ধারণ ক্ষমতা এক স্থানীয় বৈদ্যুতিক একক।

পাতের বেলায় উহার বিস্তৃতি যতই অধিক হইবে বিদ্যুৎ বিস্তারিত হইবার স্থান ততই অধিক পাইবে, সুতরাং পোটেনশ্যল বৃদ্ধি ততই কম হইবে অর্থাৎ উহার ধারণ-ক্ষমতা ততই অধিক।

**সঙ্কোচক বা কণ্ডেনসার ( Condenser ) :-** কোন প্রদত্ত পরিচালকে কণ্ডেনসারে পরিণত করিলে উহার ধারণক্ষমতা বিশেষভাবে পরিবর্দ্ধিত হয়। ঐ পরিচালকটির নিকট কোন অপরিচালক পদার্থের ব্যবধানে একটি দ্বিতীয় ভূসংলগ্ন পরিচালক রাখিলেই কণ্ডেনসার প্রস্তুত হইল। A একটি অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত পরিচালক



চিত্র ১০৬

পাত, B দ্বিতীয় পরিচালক পাত ও ইহা তার দ্বারা ভূসংলগ্ন; A ও B এর ব্যবধানে অপরিচালক বায়ু রহিয়াছে। যদি A পরিচালকে বিদ্যুৎ দানকরা যায় তাহা হইলে উহার নিজের ধারণক্ষমতা অনুযায়ী পোটেনশ্যল বৃদ্ধি হওয়া উচিত, কিন্তু উহার নিকট ভূসংলগ্ন পরিচালক B থাকায় ইহার উপর সম্ভাবন করে ও এই পরিচালকটি ভূ-সংলগ্ন থাকায় সম্ভাবিত অল্প বিদ্যুৎ পৃথিবীতে চালিত হয় ও বিপরীতবিদ্যুৎ আবদ্ধ অবস্থায় ইহার উপর ভিতরদিকের গায়ে থাকে। সুতরাং ইহার চতুর্দিকস্থ স্থান সমূহে A পরিচালকের পোটেনশ্যলের বিপরীত পোটেনশ্যল উৎপন্ন করে। সুতরাং এতদ্বয়ের সংযোগে পোটেনশ্যল বৃদ্ধি কম হয় অর্থাৎ তাহা হইলেই ধারণ-

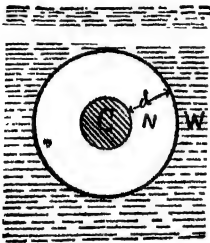
ক্ষমতা অধিক হইল। এই ব্যবধানকারী অপরিচালক পদার্থকে 'ডাই-ইলেকট্রিক (Di-electric) বলে। বিশেষ বিশেষ ডাই-ইলেকট্রিকের সাহায্যে



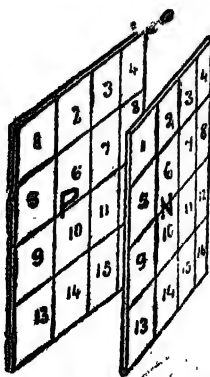
এই সম্ভাবনাক্রিয়া তীব্র ভাবে ঘটান যায়, সুতরাং তাহাদের বেলায় পোটেনশিয়াল বৃদ্ধি অতি অল্প হয়, অতএব ধারণক্ষমতা অত্যন্ত পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। বস্তুতঃ দেখিতে গেলে যে কোন বিদ্যুদ্বান বস্তু কণ্ডেনসার। কারণ উহা ঘরের দেওয়াল

চিত্র—১০৭

ছাদ, মেজ বা অগ্ন্যগ্ন ভূ-সংলগ্ন বস্তুর সহিত কণ্ডেনসারে পরিণত হয়, তবে এগুলি অত্যন্ত দূরে থাকে ও সচরাচর বায়ু দ্বারা বেষ্টিত



চিত্র—১০৮



চিত্র—১০৯

হয় বলিয়া সম্ভাবনের তীব্রতা অধিক হয় না সুতরাং ইহার পোটেনশিয়ালের বৃদ্ধি বিশেষ হ্রাস পায় না, অর্থাৎ ধারণক্ষমতা পরিবর্তিত হয় না। জলের মধ্য দিয়া যে সমস্ত তার যায়, তাহারা জলের সহিত কণ্ডেনসারে পরিণত হয়, উহার ইনসুলেসন ডাই-ইলেকট্রিকের কার্য্য করে চিত্র ১০৮।

কণ্ডেনসারের ধারণক্ষমতা, পাতের বিস্তৃতির উপর নির্ভর করে। প্লেট কণ্ডেনসারে বৃহৎ পাত ব্যবহার করিলে কেবলমাত্র ভিতর দিকের গাত্র কণ্ডেনসারপ্রস্তুত করে, বাহির দিকের গাত্র অর্থাৎ পাতটির সমস্ত গাত্রের অর্ধেক অংশ ব্যবহার হয় না। কিন্তু যদি পাতদ্বয়কে ছোট ছোট টুকরা করা যায়, যেমন ১০২ চিত্রে ১৬টি ভাগ করা হইয়াছে এবং তাহাদিগকে ১১০ চিত্রে দর্শিত ভাবে একটি করিয়া P এর টুকরা, তারপর অপরিচালক দিয়া একটি N এর টুকরা, ইত্যাদি, এইভাবে সাজাইয়া সমস্ত P এর টুকরাগুলিকে একদিকে একত্র

যোগ করিয়া ও সমস্ত  $N$  এর টুকরাগুলিকে অপরদিকে একত্র যোগ করিয়া ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে স্পষ্টই দেখা যাইতেছে যে দুইশেষভাগের পাত দুইটির বহির্দিকের গাত্র ব্যতীত অন্ত্র সমস্ত পাতগুলির উভয় গাত্রই কণ্ডেনসার প্রস্তুত করিয়াছে। অতরাং একরূপ ভাবে ছোট ছোট টুকরা করিয়া ব্যবহার করিলে পাতের গাত্রের অধিকাংশ ভাগই কণ্ডেনসার প্রস্তুত কার্যে ব্যবহৃত হয়। একরূপ ভাবে পাত ব্যবহার করিলে কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতার অনুপাতে পদার্থ কম লাগিবে ও উহা আকৃতিতে ছোট হয় বলিয়া ব্যবহারের সুবিধা ও স্থানের সঞ্চালন হয়।

† -। বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা ( Specific Inductive Capacity ) :—দেখা যায় বায়বীয় পদার্থের পরিবর্তে তরল বা কঠিন ডাই-ইলেকট্রিকের ব্যবহারে সম্ভাবনের তীব্রতা বৃদ্ধিত হয়। বায়ু-কণ্ডেনসারে বায়ুর পরিবর্তে সমস্থলতার কোন



কঠিন ডাই-ইলেকট্রিক ব্যবহারের বৈজ্ঞানিক ফল বায়ুর স্থলতা হ্রাস বা কণ্ডেনসারের ধারণক্ষমতা বৃদ্ধি। যদি কোন বায়ু-কণ্ডেনসারের বায়ুর স্থলতা হয়  $d$  ও সম ধারণক্ষমতার অন্য কোন ডাই-ইলেকট্রিকের স্থলতা হয়  $K \times d$ , তাহা হইলে

চিত্র—১১১  $K$  দ্বারা এই ডাই-ইলেকট্রিকের বস্তুগত সম্ভাবনক্ষমতা পরিমিত হয়। অথবা যদি কোন কণ্ডেনসারে বায়ুর পরিবর্তে সমস্থলতার অন্য কোন ডাই-ইলেকট্রিকের ব্যবহার দ্বারা উহার ধারণক্ষমতা  $K$  গুণ বৃদ্ধিত হয় তাহা হইলে এই ডাই-ইলেকট্রিকের বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা  $K$ । অতএব দেখা যাইতেছে  $K$ —বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা।

কোন পদার্থ ডাই-ইলেকট্রিক হইলে কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতা

সমস্থলতার বায়ু ডাই-ইলেকট্রিক হইলে উহার ধারণ ক্ষমতা

অথবা কোন পদার্থ ডাই-ইলেকট্রিক হইলে কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতা

$K \times$  এরূপ বায়ু কণ্ডেনসারের ধারণ ক্ষমতা। এই সকল হইতে দৃষ্ট হয় কণ্ডেনসারের ধারণক্ষমতা এইগুলির উপর নির্ভর করে :—

(১) পাতের পরিমাপ—পাতের বিস্তৃতি যতই অধিক হইবে ধারণ ক্ষমতা ততই অধিক হইবে। (২) পাতদিগের ব্যবধান—এইঃ ব্যবধান যত কম হইবে ধারণ ক্ষমতা ততই অধিক হইবে। (৩) বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতা  $K$ ,  $K$  যত অধিক হইবে ধারণ ক্ষমতা ততই অধিক হইবে।

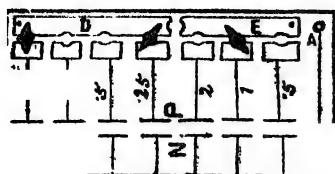
### বস্তুগত সম্ভাবন ক্ষমতার তালিকা।

বস্তুর নাম	সম্ভাবন ক্ষমতা	বস্তুর নাম	সম্ভাবন ক্ষমতা
পিচ (Asphalt)	২.৭	কাগজ (টেলিফোন)	২
রবার (India Rubber)	২.২৫	ঐ (Cable)	২—২.৫
কাঁচ (Glass)	৫.৩৫—৯.৯	মোম	২—২.৫
গাটাপার্চ (Gutta Percha)	৩.৩৩—৪.৯	গালা	২.৯৫—৩.৬৭
অক্স (Mica)	২.৫—৬.৩	গন্ধক	৪
“ বাঙ্গালার হলদে	২.৭৫	কাঠ, লাল বীচ	
“ “ ক্রিস্টাল	৪.২৫	(red beach)	•
“ “ অক্সচে		“ চোঁচ	২.৫—৪.৮৫
(Ruby)	৪.২৫—৪.৭৫	“ “ ১ “	৩.৬—৭.৭৫
“ মাদ্রাজের জরদ		“ ওক (Oak)	
(Brown)	২.৫—৩.৫	“ “ ১ “	২.৪৫—৪.২৫
“ সবুজ	৪—৫.৫	“ “ ১ “	৩.৬—৭
“ লালচে		হীরা	১৬.৫
(Ruby)	৪.৪	লেড সালফেট	২৮
আম্বার (ক্যানাডা)	৩	(Lead Sulphate)	
		বায়ু	১

পরীক্ষা কার্যে ব্যবহায্য একটি স্ট্যান্ডার্ড কণ্ডেনসার ১১৩ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহা টিন ও অক্স বা টিন ও মোমকাগজে প্রস্তুত। সরু ও



মোট। রেখাগুলি টিনপাত, ছিন্ন রেখাগুলি অভ্র নির্দেশ করিতেছে। বিজোড় সংখ্যক পরিচালক টিনপাতগুলি সরু রেখার দ্বারা নির্দিষ্ট এবং একত্র B টার্মিনালে সংযুক্ত। জোড় সংখ্যক পরিচালক টিন পাতগুলি মোটা রেখার



চিত্র-১১২

চিত্র-১১৩

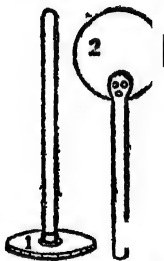
দ্বারা দর্শিত এবং একত্র A টার্মিনালে সংযুক্ত আছে। এইরূপে ইহা দুইটি বৃহৎপাত বিশিষ্ট কণ্ডেনসারে পরিণত হইয়াছে। সচরাচর ইহাদের ধারণ ক্ষমতা  $\frac{1}{2}$  মাইক্রোফ্যারাড। ১১২ চিত্রে টেলিগ্রাফে ব্যবহৃত একটি পরিবর্তনক্ষম কণ্ডেনসার দেখান হইয়াছে। ইহাতে টিনপাত ও মোম কাগজে গঠিত সাতটি কণ্ডেনসার আছে ও তাহাদের সমষ্টির ধারণক্ষমতা  $\frac{1}{2}$  মাইক্রোফ্যারাড। তাহাদের N চিহ্নিত পাতগুলি A টার্মিনালে সংযুক্ত এবং P চিহ্নিত পাতগুলির মধ্যে ৪টিকে ১) চিহ্নিত পিত্তলখণ্ডে ও বাকী ৩টিকে E চিহ্নিত পিত্তল খণ্ডের সহিত প্রাগদ্বারা সংযোগ করা যায়। D চিহ্নিত অংশ হইতে .২৫ মাইক্রোফ্যারাড করিয়া .২৫ হইতে ৩.৭৫ মাইক্রোফ্যারাড ও E চিহ্নিত অংশ হইতে .৫ মাইক্রোফ্যারাড করিয়া .৫ হইতে ৩.৫ মাইক্রোফ্যারাড পর্যন্ত ধারণক্ষমতা পাওয়া যাইতে পারে। আবার প্রাগদ্বারা D ও E কে সংযোগ করিলে মোট  $\frac{1}{2}$  মাইক্রোফ্যারাড ধারণক্ষমতাও পাওয়া যায়।

**বৈদ্যুতিক অবরোধ (Electrical Secreening) ও বিদ্যুতের আসন (Seat of Charge):**—কোন যন্ত্রকে পরিচালক (যথা তারের জালতি প্রভৃতি) দ্বারা ঘিরিয়া ও ঢাকিয়া দিলে ঐ

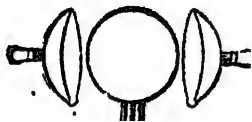
অবশ্যক স্থানে বাহিরস্থ কোন বিদ্যুতের বৈদ্যুতিক ফল থাকে না। সুতরাং কোন ইলেকট্রোস্কোপকে ঐ ভাবে অবরোধ করিলে বাহির হইতে কোন বিদ্যুদ্বানু বস্তু উহার উপর কোন ক্রিয়া করিতে পারে না। ইহার কারণ এই যে, কোন বস্তুতে বিদ্যুৎ দান করিলে দেখা যায় বিদ্যুৎ ইহার বহির্গাত্রে বিস্তৃত হয়— এমন কি কোন বস্তুর অন্তর্ভাগে বিদ্যুৎ দান করিলেও উহা বহির্গাত্রে চলিয়া আইসে অর্থাৎ বিদ্যুৎ বহির্গাত্রে অবস্থান করে।



চিত্র—১১৪



চিত্র—১১৫



চিত্র—১১৬

গোলককে বিদ্যুদ্বানু করিয়া, অপরিচালক দণ্ড দ্বারা খুঁত দুইটি অর্ধগোলক দ্বারা ঢাকিলে দেখা যায় আবৃত গোলকটি বিদ্যুৎহীন হয় ও ঢাকাঘরের বহির্গাত্রে বিদ্যুদ্বানু হয়, চিত্র ১১৬।

১১৪ চিত্রে একটি ফাঁপা পরিচালক বস্তু একটি অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত। বস্তুটির উপবদিকে একটি বড় ছিদ্র আছে একটি বিদ্যুদ্বানু বস্তুকে সূতা দ্বারা ঝুলাইয়া এই ছিদ্রের মধ্য দিয়া ফাঁপা বস্তুটির অন্তর্ভাগে ছাড়িয়া দিবা—একটি “প্রফ-প্লেন” দিয়া বস্তুটির অন্তর্গাত্রে স্পর্শ করিয়া ঐ প্রফ-প্লেনকে গোড়ালীক ভলেক্ট্রোস্কোপের নিকট লইয়া গেলে দৃষ্ট হইবে স্বর্ণপাতদ্বয় কঁক হয় না—সুতরাং প্রফ-প্লেন বিদ্যুৎ পায় নাই, অর্থাৎ অন্তর্ভাগে বিদ্যুৎ নাই। কিন্তু যদি প্রফ প্লেন দ্বারা বস্তুটির বহির্গাত্রে স্পর্শ করা যায়, তাহা হইলেই এই প্রফ-প্লেন দ্বারা স্বর্ণপাতদ্বয় কঁক হয়। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে যদিও বিদ্যুৎ অন্তর্ভাগে দান করা হইয়াছে, উহা সঙ্গে সঙ্গে বহির্গাত্রে চলিয়া আসিয়া স্থিতি লাভ করিয়াছে।

প্রফ প্লেন (Proof Plane)—অপরিচালক দণ্ড দ্বারা খুঁত পাই পরসার স্তার ক্ষুদ্র খাতব চাকতি, চিত্র ১১৫। ইহা দ্বারা কোন বস্তু বিদ্যুদ্বানু কিনা উল্লিখিত ভাবে পরীক্ষিত হয়।

অপরিচালক দণ্ডে স্থাপিত একটি পরিচালক

কণ্ডেসার লইয়া পরীক্ষা করিলে দৃষ্ট হয় পরিচালক পাতগুলির গায়ে বিদ্যুৎ থাকে না, ইহা কেবলমাত্র পজিটিভ ও নেগেটিভ পাতদ্বয়ের মধ্যস্থ অপরিচালকটির গাত্রদ্বয়ের

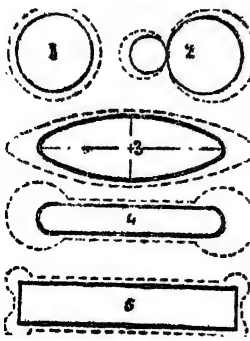


চিত্র—১১৭

মধ্যে বৈদ্যুতিক অবস্থা এবং পরিচালক এই বৈদ্যুতিক অবস্থার পরিচালনের কাৰ্য্য করে মাত্র।

লীডেন জার (Leyden Jar)

এর সাহায্যে ইহা সহজেই দৃষ্ট হয়। দুইটি ধাতব গেলাস A ও C এবং একটি কাঁচের গেলাস B এই তিনটি দ্বারা লীডেন জার কণ্ডেনসার গঠিত, চিত্র ১১৭। A গেলাসটির মধ্যে B কাঁচের গেলাসটি বনাইয়া তন্মধ্যে C গেলাসটি বনাইলেই কণ্ডেনসার প্রস্তুত হইল, কারণ A ও C অপরিচালক B দ্বারা ব্যবহৃত হইল। একটি ধাতব গেলাস যথা Cকে বিদ্যুৎ দান করিলে অপরটি যথা A সম্ভাবন হেতু বিদ্যাদান হইবে—অবশ্য সম্ভাবিত অনুরূপ বিদ্যুৎকে ভূমিতে অপমারিত করিতে হইবে। এখন যদি কোন অপরিচালক জব্যের সাহায্যে A, B ও Cকে পৃথক করা যায়—চিত্র ১১৭, তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে A ও Cকে ভালরূপে ভূ-সংলগ্ন করিবার পরেও পুনরায় ঐ কাঁচের গেলাসটির দ্বারা কণ্ডেনসার প্রস্তুত করিলে ইহা বিদ্যাদান বা চার্জড কণ্ডেসারের পরিচয় দেয়। কিন্তু যদি কাঁচের গেলাসটির ভিতর ও বহির্গাত্রে সর্বত্র ভালরূপে হস্তদ্বারা স্পর্শ করা যায়, তাহা হইলে পুনরায় একত্র সাজাইলে আর বিদ্যাদানের পরিচয় পাওয়া যায় না।



চিত্র—১১৮-১২২

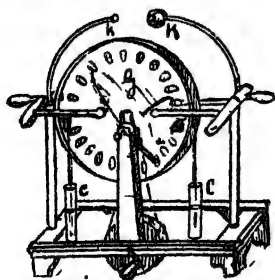
পরিচালক বস্তুর কোন স্থানে বিদ্যুৎ দান করিলে উহা ঐ বস্তুটির উপর সর্বত্র একরূপভাবে ছড়াইয়া পড়ে যেন সর্বত্র পোটেনশিয়াল সমান হয়। সর্বত্র পোটেনশিয়াল সমান হইতে হইলে অবশ্যই অনুসারে কোথাও অধিক ও কোথাও বা কম পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রয়োজন হয়। দেখা যায়, যেখানে গাত্রে বস্তুত অধিক তথায় অধিক পরিমাণে বিদ্যুৎ জমা হয়। বিভিন্ন আকৃতির বস্তুর কোথায় কি ভাবে বিদ্যুৎ সঞ্চিত হয়

১১৮-১২২ চিত্রে দেখান হইয়াছে। এই চিত্র-

গুলিতে বস্তুটির গাত্রে কোন স্থানে লম্ব রেখা টানিলে বিন্দু রেখা পর্য্যন্ত এই লম্ব রেখার

দৈর্ঘ্য তত্ত্ব বিদ্যা পরিমাণেব আনুপাতিক। চিত্রগুলি হইতে দৃষ্ট হইবে (১) গোলকের সর্বত্র বক্রতা সমান বলিয়া বিন্দু বেধা উহার গাত্র হইতে সর্বত্র সমদূর। (২) দুইটি গোলকে পরস্পরের সহিত স্পর্শ করাইলে স্পর্শিত স্থান অন্তর্ভাগবর্তী হয় বলিয়া তথায় বিদ্যা স্থিতিলাভ করে না—বাহ্যের দুই দিকে সরিয়া যায়। (৩) ডিম্বাকার বস্তুর ক্ষুদ্র মেরুদণ্ডের দিকে বক্রতা কম বলিয়া ঐ সকল স্থানে অল্প বিদ্যা থাকে আর দীর্ঘ মেরুদণ্ডের দিকে বক্রতা অধিক বলিয়া তথায় অধিক পরিমাণে বিদ্যা জমা হয়। (৪, ৫) ঠিক ঐ কারণে পাতের সমতল স্থানে বিদ্যা অতি অল্প থাকে আর ধারে ধাবে অত্যন্ত পরিমাণে জমা হয়। এই কারণে, সূচাল মুখের বক্রতা অকস্মাৎ অধিক বলিয়া ওখাষ সমস্ত বিদ্যা জমা হইবার চেষ্টা কবে, কিন্তু ঐ মুখে স্থান অতি অল্প বলিয়া অবশেষে ঐ স্থানদিয়া নির্গত হইয়া যাইতে থাকে। এইজন্য বিদ্যাবান বস্তুর গাত্রে কোন স্থানে সূচাল মুখ থাকিলে উক্ত শীঘ্রই বিদ্যাহীন হয়।

১২৩ চিত্রে স্থানীয় বিদ্যা উৎপাদক বস্তুর দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে বার্ষিক কবা দুইটি কাঁচের প্লেট দৃষ্ট করিবার কারণে আবদ্ধ আছে যে ঝাঙেলটিকে ঘুরাইতে থাকিলে প্লেটের বিপরীত দিকে ঘূর্ণিত থাকে। এই প্লেটগুলির ধারের দিকে কতগুলি ধাতুখণ্ড

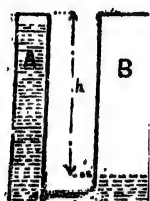


চিত্র—১২৩

(৬ c) লোডেন জার কণেনদারের সহিত সংযুক্ত। কণেনদার দুইটি হইতে দুইটি ধাতববাহ আছে, এই বাহ্যের শেষ ভাগে দুইটি গুলি আছে এবং অপবিচালক ঝাঙেল দ্বারা এই গুলিঘরকে ইচ্ছামত সন্নিহিত করা যায়। কাঁচের প্লেটকে ঘুরাইতে থাকিলে প্লেটের মধ্যে বৈদ্যুতিক অবস্থার স্বাভাবিক পার্থক্য হেতু সম্ভাবন দ্বারা উভয় প্রকার স্থানীয় বিদ্যা উৎপন্ন হইতে থাকে এবং তাহা কণেনদারঘরে জমা হইতে থাকে। ধাতব বাহ্যের গুলি দুইটিকে সন্নিহিত করিলে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ (Spark) হইয়া উহাদের বৈদ্যুতিক অবস্থা নষ্ট হয়।

## বর্ষ পরিচয় ।

**বহমান বিদ্যুৎ (Current Electricity) :—**যদি দুইটি পাত্রে বিভিন্ন লেভেলে জল থাকে ও তাহারা তলদেশে নলদ্বারা সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে যে পর্য্যন্ত না লেভেলের সমতা হয়, ঐ নলের মধ্য দিয়া, উচ্চ



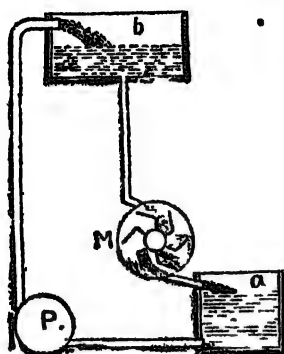
চিত্র—১২৪

লেভেলের পাত্র হইতে নিম্ন লেভেলে পাত্রে, জলপ্রবাহ হইতে থাকে (চিত্র—১২৪)। ঠিক সেইরূপ যদি দুইটি বস্তুতে বিভিন্ন পোটেনশ্যালে বিদ্যুৎ থাকে এবং তাহারা একটি পরিচালক তার দ্বারা সংযোজিত হয়, তাহাহইলে, যে পর্য্যন্ত বস্তুদ্বয়ের পোটেনশ্যাল সমান না হয়, ঐ তারের মধ্য দিয়া বিদ্যুতের প্রবাহ হইতে থাকে। ইহাকে বিদ্যুৎ প্রবাহ বলে।

এস্থলে দেখা যাইবে যে উল্লিখিত জল প্রবাহ চিরস্থায়ী নহে। কারণ—মধ্যেই উচ্চ লেভেলের পাত্র হইতে জল নিঃসৃত হইয়া নিম্ন লেভেলের পাত্রে বাইয়া লেভেলের সমতা আনে, ও তখন প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়। ঠিক সেইরূপ বিদ্যুতের বেলায়ও,—যেহেতু বিদ্যুৎ আলোক শক্তির মত অতি প্রচণ্ড বেগে প্রবাহিত হয়—অতি অল্প সময়ের মধ্যেই প্রবাহ হেতু পোটেনশ্যালের সমতা আসে ও প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়। সুতরাং, ‘এইরূপে দুইটি বিভিন্ন পোটেনশ্যাল’ এর বস্তুকে সংযোজন দ্বারা তারের মধ্য দিয়া যে প্রবাহ সৃষ্ট হয় তাহার স্থায়িত্ব অতি অল্প।

কিন্তু যদি একটি পাম্প দিয়া, কৰ্মশক্তি দ্বারা, নিম্ন লেভেলের পাত্র হইতে সৰ্বদা জল পাম্প করিয়া উচ্চ লেভেলের পাত্রে দিয়া লেভেলের পার্থক্য বজায় রাখা হয়, তাহা হইলে সৰ্বদা উচ্চ লেভেলের পাত্র হইতে নিম্ন

লেভেলের পাত্রে জল প্রবাহ হইতে থাকিবে (চিত্র—১২৫)। ঠিক সেইরূপ বিদ্যুতের বেলায়ও, যদি এরূপ ব্যবস্থা করা যায়, যে প্রবাহকালে উচ্চ



চিত্র—১২৫

পোটেনশ্যালের বস্তু হইতে বিদ্যুৎ নিঃসরণ কালে সঙ্গে সঙ্গে উহার ক্ষতিপূরণ ঘটিতে থাকে ও নিম্ন পোটেনশ্যালের বস্তুটিতে বিদ্যুৎ প্রবেশকালে সঙ্গে সঙ্গে উহা বরুজিনাশ ঘটিতে থাকে, তাহা হইলে পোটেনশ্যাল পার্থক্য সর্বদা বজায় থাকিবে ও ববাবর বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে থাকিবে। এই অবস্থা সেলে ও ডায়নামোতে (Cell and Dynamo) পাওয়া যায়।

জলের বেলায় যেমন কর্মশক্তি ব্যয় করিয়া পাম্প দ্বারা লেভেলের পার্থক্য বজায় রাখা হয় ও সেইজন্ত জল প্রবাহ হইতে থাকে, সেইরূপ সেলের বেলায় রাসায়নিক শক্তি ব্যব করিয়া 'উত্তেজক' (Excitant) দ্বারা ও ডায়নামোর বেলায় কর্মশক্তি ব্যয় করিয়া চুম্বক রাজ্য দ্বারা পোটেনশ্যাল পার্থক্য বজায় রাখা হয় ও সেইজন্ত সর্বদা বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। অতএব সেলের উত্তেজক পদার্থ ও ডাইনামোর চুম্বক রাজ্য পাম্পের স্থায় কার্য্য করে।

জলের বেলায় দেখা যায় যে জল প্রবাহের কারণ পাত্র দুইটির মধ্যে জলের চাপ পার্থক্য; জলের এই চাপ পার্থক্য যত অধিক হইবে জল প্রবাহের বেগ ততই অধিক হইবে। আবার যে নলটির মধ্য দিয়া জল প্রবাহিত হইতেছে সেই নলটি যত বাধাদায়ক হইবে, প্রবাহের বেগ ততই কম হইবে। অতএব জল প্রবাহের বেগ চাপ-পার্থক্য অনুযায়ী ও পথের বাধার বিরূপ ভাবে হয়। ঠিক সেইরূপ বিদ্যুতের বেলাতেও বস্তু দুইটির

মধ্যে পোটেনশ্যল বা বৈদ্যুতিক চাপের পার্থক্য বিদ্যুৎ প্রবাহের কারণ স্বতরাং প্রবাহের বেগ ‘পোটেনশ্যল পার্থক্য’ বা ‘বৈদ্যুতিক চাপ পার্থক্য’ অনুযায়ী হয়। এবং প্রবাহ বহিবার সময় উহার পথ (তার) দ্বারা বাধা প্রাপ্ত হয়। এই বাধা যত অধিক হইবে, প্রবাহের বেগ তত কম হইবে। সুতরাং জলের দ্বারা বিদ্যুৎ প্রবাহের বেগ পোটেনশ্যল পার্থক্য বা বৈদ্যুতিক চাপ পার্থক্য অনুযায়ী ও পথের বাধাবিধির উপর নির্ভর করে।

সেল (Cell) :—সেল প্রধানতঃ দুইটি বিভিন্ন পরিচালক এবং কোন উত্তেজক (Excitant) দ্বারা সংগঠিত, এই উত্তেজক সচরাচর তরল অবস্থায় দৃষ্ট হয়। পরিচালকদ্বয়ের স্বভাব ধর্ম এরূপ যে উত্তেজকের সহিত রাসায়নিক প্রক্রিয়া ঘটিলে একটির পোটেনশ্যল উচ্চ অর্থাৎ পজিটিভ হয়, ইহাকে পজিটিভ (+) পোল বলে ও অপরটির পোটেনশ্যল নিম্ন অর্থাৎ নেগেটিভ হয়, ইহাকে নেগেটিভ (−) পোল বলে। এই পোলদ্বয়কে তার দ্বারা সংযুক্ত করিলে তারের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে থাকিবে। বিদ্যুৎ প্রবাহ ফলে পরিচালকের সহিত উত্তেজকের রাসায়নিক প্রক্রিয়া পরিচালক-দ্বয়ের পোটেনশ্যল বা বৈদ্যুতিক চাপ-পার্থক্য বজায় রাখে। অতএব সেলে রাসায়নিক শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়। কিছু প্রায়ই সেলের কার্যকালে রাসায়নিক প্রক্রিয়া হেতু হানিকর দ্রব্য উৎপন্ন হইয়া থাকে, ইহা ‘পোলারাইজেশন’ (Polarisation) করে, অর্থাৎ সেলের কার্যাবলী হ্রাস বা বন্ধ করিয়া দিবার প্রয়াস পায়, সুতরাং ইহাকে নষ্ট করা প্রয়োজন, তজ্জন্ত ‘ডিপোলারাইজার’ (Depolariser) নামক অল্প পদার্থের ব্যবহারের প্রয়োজন হয়। আবার কোন কোন স্থলে ‘স্থানীয়’ ক্রিয়া (Local-action) নামক একটি হানিকর ক্রিয়া ঘটে, তাহাও বন্ধ করিবার জন্ত কোন পদার্থের ব্যবহার প্রয়োজন হয়। বলা বাহুল্য সেল গঠনে বস্তু সকলকে ধারণ করিবার জন্ত উপযুক্ত পাত্রাদি এবং পোলদ্বয়ের সহিত তার সংযোগের নিমিত্ত উপযুক্ত বন্ধন-স্ক্রু প্রয়োজন।

**সেলের পন্নমায়ু (Life of cell):**—সেলের মধ্যে রাসায়নিক প্রক্রিয়া হেতু প্রবাহ পাওয়া যায়। উত্তেজকের সহিত পরিচালকের এই রাসায়নিক প্রক্রিয়া, কালে পরিচালকটি ও কোন কোন স্থলে উত্তেজক উভয়েই ক্ষয় প্রাপ্ত হইতে থাকে ও তৎপরিবর্তে নূতন রকমের পদার্থ উৎপন্ন হয়। সুতরাং যতক্ষণ পর্যন্ত তাহাদের মধ্যে কেহ ক্ষয় প্রাপ্ত হইয়া একেবারে নিঃশেষ না হয় ততক্ষণ পর্যন্ত প্রবাহ পাওয়া যাইবে। অবশ্য অনেক স্থলে দেখা যায় যে সেলের পোল-দ্বয়কে সংযোগ করিবার কিছু পরেই প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় এবং বলা বাহুল্য যে উত্তেজক ও পরিচালকের মধ্যে কেহই তখনও বিশেষরূপ ক্ষয়প্রাপ্ত হয় নাই। সেলের পন্নমায়ু যে শেষ হইয়াছে তাহা নহে, তবে পোলারিজেসন হেতু সেলের কার্যাবলীর ব্যাঘাত ঘটতেছে বলিয়া, ঠিক মত সেল প্রস্তুত হইতে না পারিবার দরুণ, প্রবাহ বন্ধ হইতেছে এবং ডিপোলারাইজার ব্যবহার করিয়া পোলারিজেসান বন্ধ করিলেই প্রবাহ পাওয়া যাইতে থাকিবে।

**সেলের ই, এম, এফ, (E. M. F.):**—সেলের পোলদ্বয় অর্থাৎ পরিচালক দুইটিকে উত্তেজকের মধ্যে ডুবাইলে রাসায়নিক প্রক্রিয়া হেতু তাহাদের মধ্যে যে পোটেনশ্যাল বা চাপ-পার্থক্য ঘটে তাহাই পোলদ্বয়কে তারদ্বারা সংযুক্ত করিলে বিদ্যুৎকে সেলের মধ্য দিয়া ও তারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত করায়। সেইজন্য এই পোটেনশ্যাল বা চাপ পার্থক্যকে বিদ্যুচ্চালক-বল বা ইলেকট্রো-মোটভ-ফোর্স (Electro-motive-force) বা সংক্ষেপে ই, এম, এফ, (E. M. F) বলে। ইহা ভোল্ট (Volt) দ্বারা পরিমিত হয়।

**সেলের স্রবক্ষম:**—সেল প্রধানতঃ দুই প্রকারের—(১) প্রাথমিক (Primary) বা যাহা নিজেই বিদ্যুৎ প্রবাহ দানে সক্ষম, (২) সেকেন্ডারী (Secondary), বা ষ্টোরেজ (Storage) সেল বা আকুমুলেটর



( Accumulator ) অর্থাৎ বাহ্যে অপর কোন স্থান হইতে বিদ্যুৎ প্রবাহ নিজের মধ্যে সঞ্চয় করিয়া সেই প্রবাহ দান করে । ইহাদিগের মধ্যে প্রাইমারী সেল গঠনকারী বস্তু, ই, এম, এফ, ও ব্যবহার অনুসারে অনেক প্রকারের হয়, যথা ;—ক্লার্ক ( Clark ) সেল, পি, ডি মাপিবার জন্ত, বাইক্রোমেট সেল, বুনসেন সেল, ইত্যাদি । প্রস্তুত কারক হিসাবে আকুমুলেটরও রকমারী হয় ।

**সেলের পরিচালক :**—নিম্ন তালিকায় কতকগুলি পরিচালকের নাম একরূপভাবে দেওয়া হইয়াছে যে উপযুক্ত উত্তেজকে যে কোন দুইটিকে ব্যবহার করিলে যাহার নাম প্রথমে আছে তাহার নেগেটিভ পোটেনশ্যাল হইবে । সুতরাং তালিকা অনুসারে বস্তু দুইটির মধ্যে তফাৎ যত অধিক হইবে তাহাদের মধ্যে তত অধিক পোটেনশ্যাল পার্থক্য হইবে । সেলে ব্যবহৃত এই পরিচালককে সেলের দুইটি পোল ( Pole ) বা টার্মিনাল ( Terminal ) ।

১। দস্তা (Zinc, Zn)	৪। সীসা (Lead. Pb)	৭। বিসমথ (Bismuth. Bi)	১০। রূপা (Silver. Ag)
২। ক্যাডমিয়াম (Cadmium. Cd)	৫। লৌহ (Iron. Fe)	৮। এন্টিমনি (Antimony. Sb)	১১। সোণা (gold. Au)
৩। টিন (Tin. Sn)	৬। নিকেল (Nickel. Ni)	৯। তামা (Copper. Cu)	১২। প্লাটিনাম (Platinum. Pt)
			১৩। কয়লা (Carbon. C)

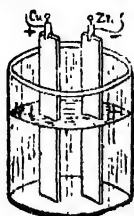
**উত্তেজক ( Excitant ) :**—ইহার নাম হইতেই সেল সম্পর্কে ইহার কার্য বুঝা যাইতেছে । সেলে ব্যবহৃত পরিচালক দুইটির পজিটিভ ও নেগেটিভ পোটেনশ্যাল হইবার গুণ তাহাদের নিজস্বের মধ্যেই নিহিত আছে, কেবল মাত্র উহা কার্যে পরিণত হইবার জন্ত

কাহারও দ্বারা উত্তেজনার অপেক্ষা করে। এই উত্তেজক পদার্থ হইতেই উত্তেজনা পায়। বস্তু বিশেষে বিভিন্ন প্রকারের উত্তেজক প্রয়োজন হয়। নিম্নে কতকগুলি উত্তেজকের তালিকা দেওয়া হইল। জলমিশ্রিত (প্রয়োজন মত) সালফিউরিক এসিড (  $H_2SO_4$  dil.), জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিডে গোলা পোটাসিয়াম বাইক্রোমেট (  $K_2Cr_2O_7$  ), জলে গোলা জঙ্ক সালফেট (  $ZnSO_4, 6H_2O$  ), বাবণ জল, জলে গোলা নিশীথল (  $NH_4Cl$  ), জলে গোলা ক্যাডমিয়াম সালফেট (  $CdO_2$  ), ইত্যাদি।

**ডিপোলারাইজার (Depolariser):**—সেলের মধ্যে, উহার কায্যকালে, 'হাইড্রোজেন' (Hydrogen) নামক একটি গ্যাস উৎপন্ন হইয়া সেলের কার্যের ব্যাঘাত করে, সুতরাং এই হাইড্রোজেন গ্যাসকে নষ্ট করিবাব জন্ত 'অক্সিজেন' গ্যাস (Oxygen) প্রয়োজন হয় যাহাতে উভয়ে মিশিয়া জল (  $H_2O$  ) হয়। এই অক্সিজেন পাউবার জন্ত সেলের মধ্যে এক্রূপ পদার্থ ব্যবহার করিতে হয় যাহাতে অপরিপূর্ণ পরিমাণে অক্সিজেন আছে। সেই পদার্থগুলিকে 'ডিপোলারাইজার' অর্থাৎ পোলারাইজেশন নাশক বলে। নিম্নে সচরাচর ব্যবহৃত কতকগুলি ডিপোলারাইজারের নাম প্রদত্ত হইল। ম্যাঙ্গানিজ্ ডাই-অক্সাইড বা পার্-অক্সাইড (  $MnO_2$  ), নাইট্রিক এসিড (  $HNO_3$  ), পোটাসিয়াম বাইক্রোমেট বা ক্রোমিক এসিড (  $K_2Cr_2O_7$  বা  $H_2CrO_4$  ), লেড্-পার্-অক্সাইড (  $PbO_2$  ) কপার সালফেট ( তুতে,  $CuSO_4$  ) ইত্যাদি।

**সাদাসিধা সেল ও তাহার অনুমান (The Simple Cell and its Theory):**—সাদাসিধা সেল Zn ( দস্তা ) ও Cu ( তামা ) এবং  $H_2SO_4$ , dil. ( জল মিশ্রিত সালফিউরিক এসিড ) দ্বারা গঠিত হয়, চিত্র—১২৬ ইহার কার্যপ্রকরণ 'আম্নিক থিয়োরী' বা অনুমান দ্বারা ব্যাখ্যাকরা হয়। সে অনুমান এই যে জলের সহিত মিশ্রণের পর  $H_2SO_4$  এর কতকগুলি অণু (Molecule) 'আম্নাইজড' (Ionised) হইয়া

ধায়, অর্থাৎ  $H_2(+)$  ও  $SO_4(-)$  এই দুই ভাগে বিভক্ত হয়। তন্মধ্যে  $SO_4$  ভাগগুলিতে কিছু পরিমাণ নেগেটিভ আয়ন অর্থাৎ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র

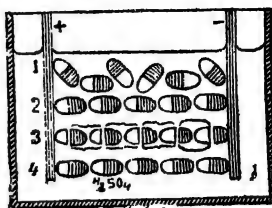


নেগেটিভ চার্জ থাকে, ও  $H_2$  ভাগগুলিতে সমপরিমাণ পজিটিভ চার্জ থাকে। যুগ্ম  $H_2SO_4$  অম্লগুলিতে এই পজিটিভ ও নেগেটিভ আয়নগুলি পরস্পরের সহিত মিশিয়া অবৈদ্যুতিক অবস্থায় থাকে, সেইজন্য  $H_2SO_4$  অম্লের কোনরূপ বৈদ্যুতিক

চিত্র—১২৬

অবস্থা দৃষ্ট হয় না এবং এই অম্লগুলির পজিটিভ ও নেগেটিভ ‘আয়নবিশিষ্ট’  $H_2$  ও  $SO_4$  গুচ্ছে পরিণত হওয়াকে আয়নাইজড্ হওয়া বা আয়নাইজেশন (Ionisation) বলে।  $H_2(+)$  ভাগকে ‘হাইড্রিয়ন’ (Hydron) ও  $SO_4(-)$  ভাগকে ‘সালফিয়ন’ (Sulphon) বলে। যাহাই হউক, আয়নাইজড্ হইবার পর, যেহেতু Cu অপেক্ষা Znএর অক্সিডাইজড্ (Oxydised) হইবার চেষ্টা অধিক,  $SO_4$  গুচ্ছের জন্ত Cu অপেক্ষা Znএর রাসায়নিক আকর্ষণ অধিক। আবার  $SO_4$  গুচ্ছের জন্ত  $H_2$  অপেক্ষা Znএর রাসায়নিক আকর্ষণ অধিক, সুতরাং dil.  $H_2SO_4$  উত্তেজকে Zn ও Cu ডুবাইলে  $SO_4(-)$  গুচ্ছ Znএর দিকে আকৃষ্ট হইয়া তাহার গাত্রে আসিয়া লাগে। এই  $SO_4(-)$  কর্তৃক পরিত্যক্ত  $H_2 (+)$  পরবর্তী  $H_2SO_4$  অম্লের  $SO_4 (-)$  এর সহিত মিশিয়া  $H_2SO_4$  প্রস্তুত করে ও তাহা হইতে  $H_2 (+)$  নির্গত করে, এই নির্গত  $H_2 (+)$  তৎপরবর্তী  $H_2SO_4$  অম্লের  $SO_4 (-)$  এর সহিত মিশিয়া তাহা হইতে  $H_2 (+)$  নির্গত করে,—এরূপ ভাবেই কার্য চলিতে থাকে, যে পর্য্যন্ত না Cu এর গাত্রস্থ  $H_2SO_4$  হইতে  $H_2 (+)$  নির্গত হইয়া তাহার গাত্রে লাগে। অতএব দেখা যাইতেছে Znএর উপর প্রত্যেক  $SO_4 (-)$  গুচ্ছের পতনের জন্ত Cuএর উপর একটি করিয়া  $H_2 (+)$  গুচ্ছের পতন হয়। এই  $SO_4 (-)$  গুচ্ছ Znকে

তাহার নেগেটিভ চার্জ দিয়া তাহার পোটেনশ্যালকে নেগেটিভ করে এবং তাহার সহিত রাসায়নিক সংমিশ্রন দ্বারা  $ZnSO_4$  (জিঙ্ক-সালফেট) প্রস্তুত করে, অতএব  $Zn$  ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। আর  $H_2 (+)$  গুলু  $Cu$  কে তাহার পজিটিভ চার্জ দিয়া তাহার পোটেনশ্যালকে পজিটিভ করে ও  $Cu$  এর উপর কোন রাসায়নিক ক্রিয়া না থাকায় তাহার গাত্রে বৃদ্ধবৃদ্ধের মত লাগিয়া থাকে। এইরূপে দুইটি বিভিন্ন পোটেনশ্যাল বিশিষ্ট পরিচালকের সৃষ্টি হয়, (চিত্র—১২৭)।



চিত্র—১২৭

এখন যদি উভয়দিককে কোন পরিচালক (ধাতব তার) দ্বারা সংযোগ করা না হয়, তাহা হইলে অল্পরূপ বিদ্যুতের মধ্যে নিষ্ক্ষেপন হেতু উক্ত কার্য বন্ধ হইয়া যায়। আর যদি তাহাদিককে সংযুক্ত করা যায় তাহা হইলে  $Cu$  হইতে পজিটিভ বিদ্যুৎ সংযোজক পরিচালকের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া  $Zn$  এ যায় (তাহার নেগেটিভ বিদ্যুতের সহিত মিশিয়া তাহার পোটেনশ্যালকে বর্দ্ধিত করিবার জন্য)। কিন্তু কাহারও পোটেনশ্যাল বাড়িতে বা কমিতে পারে না, কারণ উক্ত কার্য সকল সময়েই চলিতে থাকে। এইরূপে সর্বদাই পোটেনশ্যাল পার্থক্য বজায় থাকে ও তজ্জগৎ বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়।

**পোলারিজেসান (Polarisation) :**—নির্গত  $H_2$  গ্যাস  $Cu$  এর উপর পতিত হয় ও উহার সহিত কোন রাসায়নিক প্রক্রিয়া না থাকা হেতু উহার গাত্রে বৃদ্ধবৃদ্ধের মত লাগিয়া থাকে। এখন যদি এই  $H_2$  গ্যাসকে  $Cu$  র গাত্র হইতে অপসৃত করা না যায় তাহা হইলে পরে যে নবোৎপন্ন পজিটিভ চার্জ বিশিষ্ট  $H_2$  গ্যাস হইবে তাহার আর  $Cu$  এর গাত্রে লাগিতে পারিবে না, এই বৃদ্ধবৃদ্ধগুলির উপর পড়িবে। সুতরাং তাহাদের বিদ্যুৎ আর  $Cu$  তে আসিতে পারিবে না, কারণ  $H_2$  গ্যাস

অপরিচালক। অতএব Cuর পোটেনশাল আর বাড়িতে পারিবে না। বরং Znএর সহিত সংযুক্ত থাকায় ইহার পোটেনশাল নেগেটিভ হইয়া যাইতে থাকিবে। অতএব Zn ও Cuর মধ্যে পোটেনশাল পার্থক্য কমিয়া যাইবে ও সেই হেতু প্রবাহ বেগও কমিয়া যাইবে। এইরূপে পজ্জিতিত ইলেক্ট্রোডের উপর  $H_2$  গ্যাস জমা হেতু সেলের ই, এম, এক, ক্রমশঃ হ্রাস পাওয়া ও তজ্জন্ত প্রবাহ বেগ কমিয়া যাওয়ারকে “পোলারিজেশন” বলে।

**ডিপোলারিজেশন ও ডিপোলারাইজার** (Depolarisation and Depolarisor) :—পোলারিজেশন বন্ধ করাকে ডিপোলারিজেশন বলে। ইহা দুই উপায়ে হয়, (১) মেক্যানিক্যাল (Mechanical means) যথা বুরুষ বা এবস্ত্রকার কিছুর দ্বারা গ্যাসকে তাড়াইয়া দেওয়া। কিন্তু ইহাতে সর্বদাই কোন ব্যক্তির মনোযোগের প্রয়োজন হয় বলিয়া এ প্রথা অবলম্বন করা হয় না। (২) কেমিক্যাল (Chemical) বা রাসায়নিক অর্থাৎ এমন কোন রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করিতে হয় যাহা হইতে ( $O_2$ ) অক্সিজেন নিষ্কাশিত হইয়া ঐ  $O_2$ ,  $H_2$  এর সহিত মিশিয়া যায়, বা যাহা অত্র কোন প্রকারে  $H_2$  এর সহিত মিশিয়া যায়। এই রাসায়নিক দ্রব্য, যাহা পোলারিজেশন নষ্ট করে, তাহাকে ‘ডিপোলারাইজার’ বলে ও পোলারিজেশন নষ্ট হওয়ারকে ডিপোলারিজেশন বলে। বিভিন্ন প্রকারের ডিপোলারাইজারের নাম পূর্বে দেওয়া হইয়াছে।

**লোক্যাল অ্যাকশন** (Local Action) বা স্থানীয় কার্য :—সেলে একেবারে বিশুদ্ধ Zn ব্যবহার নিষিদ্ধ, (যেহেতু  $H_2S O_4$  এর বিশুদ্ধ Znএর উপর কোন রাসায়নিক ক্রিয়া নাই) বিশুদ্ধ Zn সেল সংগঠনে সক্ষম হয় না। সেইজন্য সেলে বাজার চলন Zn ব্যবহার করিতে হয়। এই বাজার চলন Znএ সাধারণতঃ লোহ, ক্যাডমিয়াম প্রভৃতি দ্রব্য-গুলি ভেজাল (Impurity) ভাবে থাকে এবং এই ভেজালগুলি Znএর

নাম	অন্যেতি পোল	উত্তেজক	পজিতিভ পোল	ডিপোজাইটার	ই, এম, এক, (ভোল্ট)
ড্যানিয়েল ( Daniell )	পারদলিগু Zn	১ ভাগ $H_2SO_4$ ও ৩ ভাগ জল	Cu	$Cu SO_4$	১.১৬
"	"	১ ভাগ $H_2SO_4$ ও ১ ভাগ জল	"	"	১.১২
বুনসেন ( Bunsen )	"	১ ভাগ $H_2SO_4$ ও ১ ভাগ জল	C	$HNO_3$	১.২৪
লেকল্যান্স (Leclanche)	"	জলে গোল $NH_4 Cl$	"	$MnO_2$	১.৪৬
ড্রাইসেল (Dry cell)	"	$NH_4 Cl$ , $ZnO$ ও গ্রাউটরস্ অফ প্যারিস $Zn Cl_2$ ও জল	"	$MnO_2$	১.৩
বাইক্রোমেট (Bichromate)	"	$K_2Cr_2O_7$ ২৫ $H_2SO_4$ ১০০ জল	"	$K_2 Cr_2 O_7$	২.০৩
গ্রোভ ( Grove )	"	$H_2 SO_4$ ১২ জল	Pt	$HNO_3$	১.২৩
ওয়েস্টন ( Weston )	পারদলিগু Cd	জলে গোল $Cd SO_4$	Hg	$Hg_2 SO_4 + Cd SO_4$	১.১৮, ২.০°C
ক্লার্ক ( Clark )	পারদলিগু Zn	জলে গোল $Zn SO_4$	Hg	$Hg_2 SO_4 + Zn SO_4$	১.৪৩৪ ১৫°C
সেকেন্ডারী, মীসার সেল	Pb	$H_2 SO_4$ ঘনতা ১.১৮	Pb $O_2$	P $PbO_2$	২.২
" এডিসন (Edison)	Fe	$KOH$ ৩% জলে গোল	Ni O	"	১.১
" মেন (Main)	পারদলিগু Zn	$H_2 SO_4$ ক্ষমতা ১.১৮	Pb $O_2$	P $PbO_2$	২.৫

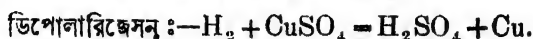
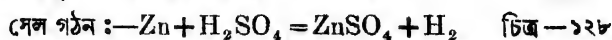
গাত্রে Zn এর সহিত ক্ষুদ্রাকার সেল প্রস্তুত করে ও ঐ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সেলগুলির প্রবাহ ঐ স্থানেই হইতে থাকে। এই স্থানীয় সেল সংগঠনকে লোক্যাল অ্যাকসন বলে। ইহাতে Zn এর ক্ষয় হইতে থাকে অথচ এই ক্ষয় হেতু যে প্রবাহ তাহা বাহিরে Zn ও Cu সংযোজক তারের মধ্য দিয়া পাওয়া যায় না। অতএব এই লোক্যাল অ্যাকসনকে বন্ধ করা প্রয়োজন, তাহা Zn এ পারদলেপন (Amalgamation) দ্বারা সাধিত হয়। Zn কে পারদের মধ্যে ডুবাইয়া রাখিলে পারদ ইহার গাত্রে কিছু গভীরতা পর্যন্ত লিপ্ত হইয়া যায়। এই পারদ-লিপ্ত Zn ব্যবহার করিলে Zn এর ক্ষয়কালে নির্গত ভেজাল পারদ-লিপ্ত হইয়া যায় এবং যেহেতু পারদলিপ্ত ভেজাল Zn এর সহিত সেল সংগঠন করে না, লোক্যাল অ্যাকসন আর হইতে পারে না, এই ভেজালগুলি তলায় পড়িয়া যায়।

**ব্রকমারী সেল (Kinds of cells) :—** সচরাচর ব্যবহৃত ও প্রয়োজনীয় সেলগুলির তালিকা ৮৭ পৃষ্ঠায় প্রদত্ত হইল।

উল্লিখিত সেলগুলির মধ্যে শেযোক্ত বাদে বাকীগুলি প্রাইমারী সেল, তন্মধ্যে ড্যানিয়েল (Daniell), বুনসেন (Bunsen), লেকল্যাঙ্ক (Leclanche), বাইক্রোমেট (Bichromate) ও শুষ্ক (Dry) সেল সহজসাধ্য বা সস্তা বলিয়া নানা কার্যে ব্যবহৃত হয় এবং ক্লার্ক ও ওয়েষ্টন সেল অত্যন্ত সেলের বৈজ্ঞানিক পরিমাপের জন্য 'ষ্ট্যান্ডার্ড' (Standard) সেল ভাবে ব্যবহৃত হয়। 'টোরোজ' বা 'সেকেণ্ডারী' সেলগুলি খুব ভেজাল বলিয়া নানা কার্যে ব্যবহার হয়। প্রাইমারী সেলগুলি নিম্নে বর্ণিত হইল।

**ড্যানিয়েল সেল (Daniell Cell) :—** ইহা দুইটি তরল পদার্থ বিশিষ্ট সেল। ইহাতে দুইটি পাত্রের প্রয়োজন। একটি বড় পাত্র, তাহার মধ্যে ঘন তুঁতের ( $\text{CuSO}_4$ ) জল ও তন্মধ্যে নলাকারে বাঁকান তামার পাত ও দ্বিতীয় ছোট পাত্রটি থাকে। এই দ্বিতীয় পাত্রটি কুপময়, ইহার মধ্যে জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিড (১ ভাগ এসিড ও ৪ ভাগ জল) ও তন্মধ্যে

পারদলিপ্ত দস্তা (Zn) দণ্ড থাকে, চিত্র—১২৮। তুঁতের জলের ঘনতা বা তেজ বজায় রাখিবার জন্য বড় পাত্রটির উপর দিকে একটি ছিদ্রময় ‘তাক’ করিয়া তন্মধ্যে তুঁতের ঢেলা রাখা হয়। কোন কোন স্থলে তামার পাতটিকেই পাত্রাকারে বড় পাত্রটির পরিবর্তে ব্যবহার করা হয়। তামার পাতটি বা পাত্রটি পজ্জিতিত পোল, দস্তা দণ্ড নেগেটিভ পোল, সালফিউরিক এসিড উত্তেজক ও তুঁতে ডিপোলারাইজার। কার্যাবলী—

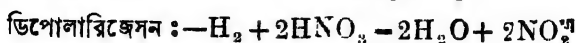


অতএব দেখা যাইতেছে যে সেল গঠনে যে পরিমাণ  $H_2SO_4$  নষ্ট হয়,  $CuSO_4$  হইতে সেই পরিমাণ এসিড উৎপন্ন হয়, সুতরাং এসিড ফুরাইয়া যাইবার সম্ভাবনা নাই, কেবলমাত্র Zn এর ক্ষয় হইতেছে এবং Cu তাম্র পাতের গাত্রে নিষ্কাশিত হইতেছে ও তাহাতে লাগিতেছে সুতরাং তাম্র পাতটি ক্রমশঃ মোটা হইতে থাকিবে ও  $Cu SO_4$  কমিতে থাকিবে।

দ্রষ্টব্য—অন্তর্বর্তী পাতের জন্য কুপময় পাত্র ব্যবহার করিতে হয় বাহাতে তরল পদার্থে সিক্ত হইয়া এই পাত্রটির মধ্য দিয়া তরল পদার্থের যোগাযোগ ঘটয়া সেলের কার্য এক পাত্রস্থ একটি পোল হইতে অপর পাত্রস্থ অন্য পোল পর্যন্ত বাহিত হয়, অর্থাৎ পাত্র-দুইটির মধ্যস্থ বিভিন্ন পদার্থ দুইটির সংমিশ্রণ না ঘটে।

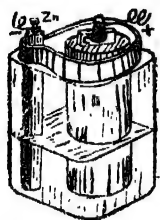
বুনসেন সেল ( Bunsen Cell ) :—ইহাতেও দুইটি পাত্র আছে। একটি বড় কাঁচের বা চিনামাটির বাহার মধ্যে জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিড ( ১ ভাগ এসিড ও ১২ ভাগ জল ) ও নলাকারে বাঁকান পারদলিপ্ত দস্তার (Zn) পাত থাকে। এই দস্তার চোঙ্গের মধ্য দিয়া দ্বিতীয় কুপময় চিনামাটির পাত্রটিকে প্রথম পাত্রে রাখা হয় ও এই দ্বিতীয় পাত্রে নাইট্রিক এসিড (  $HNO_3$  ) ও তন্মধ্যে C কয়লাদণ্ড (Carbon rod) থাকে। C দণ্ডটি পজ্জিতিত ও Zn পাতটি নেগেটিভ পোল,  $H_2SO_4$  উত্তেজক ও  $HNO_3$  ডিপোলারাইজার। কার্যাবলী—





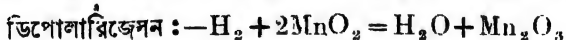
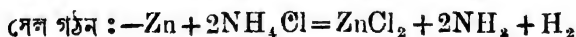
অতএব এই সেলে  $\text{Zn}$  ও  $\text{H}_2\text{SO}_4$  উভয়েই ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং হানিকর ও অস্বাস্থ্যকর  $\text{NO}_2$  গ্যাস নির্গত হয়।

লেকল্যাঙ্ক সেল ( Leclanche Cell ) :—ইহাতেও দুইটি পাত্র আছে চিত্র—১২২। একটি বড় কাঁচের শিশি বা জারের মধ্যে তীব্র, নিশাদলের জল ( Saturated  $\text{NH}_4\text{Cl}$  solution ) থাকে ও তন্মধ্যে পারদলিপ্ত  $\text{Zn}$



দণ্ড ও দ্বিতীয় কুপময় চিনামাটির পাত্রটি থাকে। এই দ্বিতীয় পাত্রটির মধ্যে  $\text{MnO}_2$  ও গ্যাস কয়লার গুঁড়া দ্বারা ঘেরা একটি কয়লাদণ্ড (C) থাকে। এই গুঁড়াগুলিকে একপ চাপিয়া ভর্তি করা হয় যেন কয়লাদণ্ডটি বেশ শক্ত ভাবে আঁটিয়া যায় ও পরে পাত্রটির মুখ পিচদ্বারা বন্ধ করিয়া দেওয়া হয়।

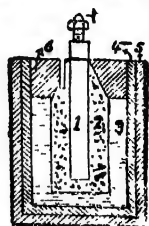
এই কয়লাদণ্ডের উপর পিচের শেষ ভাগে একগুণ সোঁসা বা পিত্তল সংযুক্ত থাকে ও ইহাট পজিটিভ (+) পোল এবং  $\text{Zn}$  নেগেটিভ (-) পোল,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  উত্তেজক ও  $\text{MnO}_2$  ডিপোলারাইজার। কার্যধবলী—



অতএব ইহাতে  $\text{Zn}$  ও উত্তেজক  $\text{NH}_4\text{Cl}$  উভয়েই ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকে এবং ‘এমোনিয়া’ গ্যাস ( $\text{NH}_3$ ) নির্গত হয়।

শুকসেল ( Dry cell )—প্রায় সকলপ্রকার শুকসেল লেকল্যাঙ্ক সেলের ন্যায়, কেবলমাত্র তরল পদার্থের সহিত কিছু মিশ্রিত করিয়া উহাকে ঘন করিয়া ব্যবহার করা হয়। E. C. C. শুকসেলের গঠন ১৩০ চিত্রে প্রদত্ত হইল। ইহাতে (৪) চোঙ্গের মত দণ্ডা পাতের পাত্র, ইহার পরেই (৩) কঙ্কমাকার ঘন পদার্থ, ইহা প্যারিস প্লাষ্টার, ময়দা, জিঙ্ক ক্লোরাইড

( $\text{ZnCl}_2$ ) ও নিশাদল ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) জলে মাখিয়া প্রস্তুত হয়, এই ঘন পদার্থের পর আবার দ্বিতীয় একটি ঘন পদার্থ (২) আছে। এই দ্বিতীয় ঘন পদার্থ কয়লার গুঁড়া, ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড, জিক্কোরাইড ও নিশাদলকে জলে মাখিয়া প্রস্তুত। এই দ্বিতীয় ঘন পদার্থের মধ্যে (১) একটি গ্যাস কয়লার দণ্ড। এই সেলটি বাহিরে পিজবোর্ড (৫) আবৃত ও উপর দিকে পিচ দিয়া ঢাকা এবং উপরে একটি সরু ছিদ্র থাকে যাহাতে উহার মধ্য হইতে গ্যাস নির্গত হইতে পারে। ইহাতে কার্বন পজিটিভ পোল ও দস্তা নেগেটিভ পোল। ইহার ই, এম, এক, প্রায় লেকল্যাক সেলের ত্রায়, এবং আভ্যন্তরিক বাধা সাধারণতঃ '৫ ওম এরও কম।



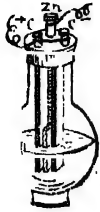
চিত্র—১৩০

হেলসেন(Hellesen) শুক সেল—গোলকাগজ আবৃত উপর্যুপরি দুইটি দস্তা পাতের পাত্র থাকে, তন্মধ্যে অস্তবর্তী পাত্রটি ছিদ্রময়। এই পাত্রদ্বয়ের মধ্যে জলের সহিত কর্দমাকারে প্যারিস প্রাষ্টার, নিশাদল ও ট্রাগাকান্ধ গর্দ মিশ্রিত থাকে। সেলটির মধ্যস্থলে কার্বন দণ্ড থাকে ও এই কার্বনদণ্ডের চতুর্দিকে জলে মিশ্রিত ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড, নিশাদল ও প্লম্বেগো (Plumbago) কর্দমাকারে ব্যবহৃত হয়। সেলটি উপরদিকে পিচ দিয়া ঢাকা ও এই পিচের মধ্য দিয়া সরু ছিদ্র থাকে যাহাতে ভিতর হইতে গ্যাস নির্গত হইতে পারে। আকৃতি অজুযায়ী ইহাদের আভ্যন্তরিক বাধা '২—'৭' ওম পর্যন্ত হয়।

শুকসেলের সুবিধা এই যে তাহাদিগকে সহজে একস্থান হইতে অন্যস্থানে লইয়া যাওয়া যায়, যে কোন অবস্থায় তাহাদের ধারণ করা যায়, তাহাদিগকে বিশেষ দেখা শুনা করিতে হয় না এবং তাহারা সাধারণ তরল পদার্থ বিশিষ্ট সেল অপেক্ষা পরিস্কার পরিচ্ছন্ন।

বাইক্রোমেট সেল (Bichromate cell):—ইহা একটি এবনাইট ছিপি

বিশিষ্ট কাঁচের বোতলে প্রস্তুত, চিত্র—১৩১। দুইটি সমান্তরাল কয়লার পাত



পজ্জিতিত পোল, ইহারা পিত্তল দ্বারা উপরে সংযুক্ত। ইহাদের মধ্য দিয়া একটি পারদলিপ্ত Zn পাত আছে, ইহাই নেগেটিভ পোল। এই Zn পাতটি ছিপির মধ্য দিয়া একটি গোল দণ্ডের দ্বারা ধৃত। সেল যখন ব্যবহার হইতেছে না তখন এই দণ্ডটিকে টানিয়া উপর দিকে তুলিয়া লইলে Znটি তরল

চিত্র—১৩১ পদার্থ হইতে উঠিয়া আসে, সুতরাং আর ক্ষয় হয় না।

ইহাতে যে তরল পদার্থ ব্যবহার হয় তাহার উপাদান নিম্নে প্রদত্ত হইল।

জল..... ১০০ ভাগ  $K_2Cr_2O_7$ ..... ১০ ভাগ

$H_2SO_4$ ..... ৩০ „  $Hg_2SO_4$ ..... ১ „

$Hg_2SO_4$  ( মার্কিউরাস সালফেট ) Zn কে এমালগাম বা পারদলিপ্ত

অবস্থায় রাখিবার জন্য ব্যবহার হয়। এই সেলের কার্যাবলী—

সেলগঠন :— $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$

ডিপোলারিজেসন :— $K_2Cr_2O_7$  ও  $H_2SO_4$  মিলিয়া পোটাসিয়াম

সালফেট ( $K_2SO_4$ ) ও ক্রোমিক এসিড ( $H_2CrO_4$ )

উৎপন্ন হয়। এই ক্রমিক এসিডই প্রকৃত পক্ষে ডিপোলারাইজারের কার্য

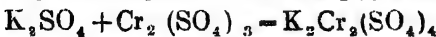
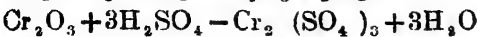
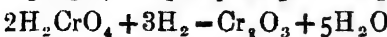
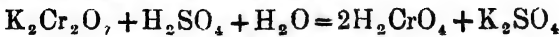
করে অর্থাৎ  $H_2$  কে জলে পরিণত করে ও তজ্জন্তু নিজে ক্রোমিক অক্সাইড

( $Cr_2O_3$ ) হইয়া যায়। এই ক্রোমিক অক্সাইড পরে  $H_2SO_4$  এর

সহিত মিলিত হইয়া ক্রোমিয়াস সালফেট  $Cr_2(SO_4)_3$  হয় এবং

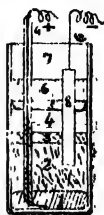
তাহা  $K_2SO_4$  এর সহিত যুক্ত হইয়া ক্রোম-এলাম  $K_2Cr_2(SO_4)_4$

নামক এক প্রকার লবণ উৎপন্ন করে যথা—



অতএব এই সেলে  $H_2SO_4$  ও Zn উভয়েই ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

ক্লার্কসেল (Clark Cell) :—ট্র্যাণ্ডার্ডরূপে এই সেলটি ই. এম. এফ. পরিমাপ কার্যে ব্যবহার হয়। বোর্ড-অফ-ট্রেড (Board of Trade) কর্তৃক নির্ধারিত সেলের গঠন ১৩২ চিত্রে প্রদত্ত হইল। ধারণকারী পাত্রটি একটি ২ সেটিমিটার চওড়া ও ৪ বা ৫ সেটিমিটার লম্বা কাঁচের পাত্র। এই পাত্রের তলদেশে (১) পারদ আছে, এই পারদ পজিটিভ পোল। এই পারদের উপরে (২) একটি খুব ঘন কর্দমাকার পদার্থ; এই ঘন পদার্থ জলে জিঙ্ক-সালফেট ( $ZnSO_4$ ) কে পূর্ণমাত্রার জলিয়া তাহার সহিত মার্কু'রাস সালফেট ( $Hg_2SO_4$ ) মিশ্রিত করিয়া প্রস্তুত। এই ঘন পদার্থের উপর (৩)



জিঙ্ক সালফেটের দানা ও তদুপরি (৪) পূর্ণমাত্রায় গোলা জিঙ্ক সালফেটের চিত্র—১৩২  
জল থাকে। পাত্রটিকে প্রথমতঃ (৬) কর্কের ছিপি দিয়া বন্ধ করিয়া তদুপরি সোডিয়াম সিলিকেট আবৃত (৭) শিরীষ দ্বারা উপর দিক হইতে আবদ্ধ করা হয়। (৮) একটি দস্তা দণ্ড ইহাই নেগেটিভ পোল ও (৯) একটি কাঁচের নলদ্বারা আবৃত পারদসংশ্লিষ্ট প্লাটিনাম তার, ইহাই পজিটিভ পোল। এই সেলের ১৫°C তপ্ততার ই. এম. এফ. ১.৪৩৪ ভোল্ট এবং ইহার টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট = ০.০০০৭৭। সুতরাং t°C তপ্ততার যদি ই. এম. এফ. হয় Et, তাহা হইলে  $Et = 1.4348 [1 + 0.00077(t - 15)]$ ।

ক্লার্কসেলের প্রস্তুত প্রকরণ :—পারদকে ডিষ্টিল (distil) করিয়া (অর্থাৎ তাপযোগে বাষ্পীভূত করিয়া ঐ বাষ্পকে পরিষ্কার পুত্রে তরলভায় ঘনীভূত করিয়া) পরিষ্কৃত করিতে হইবে।

দস্তা (Zn) দণ্ডটির এক প্রান্তে একটি তাম্র তার ঝালিয়া, উহাকে শিরীষ কাগজ দ্বারা মাজিয়া, সালফিউরিক এসিডে ডুবাইয়া, ডিষ্টিল্ড জলে ধুইয়া শুষ্ক করিয়া লইতে হইবে।

মার্কু'রাস সালফেটকে পরিষ্কারের জন্য উহাকে একটি বোতলের মধ্যে জল ও একটু নির্মূল পারদ সহ বারকতক নাড়িয়া জল ফেলিয়া দিতে হইবে, এরূপ দুইবার করিতে হইবে।

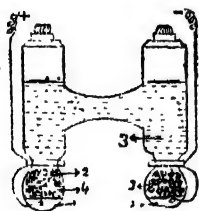
জিঙ্ক সালফেট'কে একটি পাত্রের মধ্যে অর্ধেক (ওজন) পরিমাণ ডিষ্টিল্ড জলে জলিয়া, (যদি একটুও এসিড থাকে তাহা নষ্ট করিবার নিমিত্ত) উহার সহিত সালফেটের ওজনের দুইগুণ (২%) জিঙ্ক অক্সাইড ( $ZnO$ ) মিশ্রিত করিতে হইবে। পরে উহাকে ঈষৎ উষ্ণ (৩০°C অধিক না হয়) করিতে হইবে। তৎপরে জিঙ্ক অক্সাইডকে (এসিড নাশ করিয়া যাহা অতিরিক্ত থাকে), সালফেটে পরিণত করিবার নিমিত্ত উহাতে

জিক সালফেটের ওজনের অষ্টমাংশ (১২½ %) মার্কুরাস সালফেট (যাহা পূর্বমতে পরিষ্কৃত হইয়াছে) মিশ্রিত করিয়া গরম থাকিতে থাকিতে ছাকিয়া (filter) লইয়া বোতলজাত করিতে হইবে।

কর্দমাকার পদার্থটি জিক সালফেট গোলা জলে মার্কুরাস সালফেট মিশ্রিত করিয়া (যাহাতে জলে পূর্ণমাত্রার জিকসালফেট থাকে তজ্জন্ত বোতল হইতে ইহার কিছু দানা লইয়া মিশ্রিত করিতে হয়) তাহাতে একটু পারদ দিশা নাড়িয়া নাড়িয়া প্রস্তুত হয়। এই কর্দমাকার পদার্থকে ঋৎ উষ্ণ করিয়া (৩০°C অধিক না হয়) শীতল হইবার সময় ঘটাপানেক পর্য্যন্ত মধ্যে মধ্যে নাড়িতে হয়। তাহা হইলেই পূর্ণ মাত্রায় জিক সালফেট ও মার্কুরাস সালফেট গুলিয়া যায়।

মাটিনাম তারের প্রান্তকে লোহিত তপ্ত করিয়া পারদের মধ্যে নিমজ্জিত করা হয়।

ওয়েস্টন সেল (Weston Cell) :—ইহাও ই, এম, এফ, পরিমাপ কার্যে ব্যবহার হয়। ইহার গঠন ১৩৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। (১) পারদ, ইহাই



পলিটিভ পোল, (৪) ঘন কর্দমাকার মার্কুরাস সালফেট, ইহা ডিপোলারাইজার (১) পারদসিক্ত ক্যাডমিয়াম, ইহা নেগেটিভ পোল (২) ক্যাডমিয়াম সালফেটের দানা (৩) পূর্ণমাত্রার গোলা ক্যাডমিয়াম সালফেটের জল, ইহাই উদ্ভেক্ক। ইহাতে দুইটি ধাতব অঙ্গুরীয় আছে, একটি পারদের সহিত অপরটি ক্যাডমিয়ামের সহিত

চিত্র—১৩৩

সংযুক্ত, হুতরাং ইহারাই সেলের পোলদ্বয়। এই সেলের

ই, এম, এফ, ২০°C তপ্ততায় ১.০১৮৪ ভোল্ট (International Volt) এবং t°C তপ্ততায় যদি ই, এম, এফ, হয় Et, তাহা হইলে

$$E = 1.0184 - 0.000083(t - 20) - 0.0000009(t - 20)^2 + 0.00000001(t - 20)^3$$

এক প্রকার সামুদ্রিক মৎস্ত (চিত্র



চিত্র—১৩৪

১৩৪) আছে যাহাদের মাথা হইতে লেজ পর্য্যন্ত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র সেলে পরিপূর্ণ। এই সেলগুলির সংখ্যা এত অধিক যে, উহাকে স্পর্শ করিবামাত্র “শক”

লাগে। এই গুণ ঘারাই ঐ মৎস্ত আক্রমণকারী হইতে রক্ষা লাভ করে।

## সপ্তম পরিচয় ।

বাধা বা রেজিস্ট্যান্স ( Resistance ) :—বিদ্যুৎকে প্রবাহিত হইতে হইলে উহার গন্তব্য পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে হয় । সুতরাং এই বাধা যত অধিক হইবে বিদ্যুৎ প্রবাহের বেগ ( Current strength ) ততই কম হইবে । এই বাধা পরিমাপের একক ‘ওম’ ( Ohm ) ।  $0^{\circ}\text{C}$  তপ্ততায় ১ বর্গ মিলিমিটার চওড়া ১০৬.৩ সেন্টিমিটার দীর্ঘ পারদ স্তম্ভের বাধা ১.৬৫ বা ৫০ গজ ২৫ B. W. G. তারের বাধা প্রায় ১ ওম । ‘হোয়েটস্টোন ব্রিজ’ ( Wheastone Bridge ) বা ‘ওমমিটার’ ( Ohmmeter ) দ্বারা বাধা মাপা হয় ।

বাধার নিয়ম ( Law of Resistance ) :—

( ১ ) পথের বাধা উহার দৈর্ঘ্য অনুপাতে হয়, অর্থাৎ দৈর্ঘ্য যত অধিক হইবে বাধাও সেই অনুযায়ী অধিক হইবে ।

( ২ ) পথের বাধা উহার আড়কর্তনের বিস্তৃতির ( Cross sectional area ) বিক্রপ ভাবের হয় অর্থাৎ পথটি যত চওড়া হইবে বাধা ততই কম হইবে ।

( ৩ ) ইহা পথের পদার্থটির ‘বস্তুগত বাধা’ দিবার ক্ষমতার ( Specific Resistance ) উপর নির্ভর করে । বিভিন্ন প্রকার পদার্থের বাধা দিবার ক্ষমতাও বিভিন্ন । কোন পদার্থের ঘন ১ সেন্টিমিটারের ( a Centimeter Cube ) বাধা দিবার ক্ষমতাকে ‘স্পেসিফিক রেজিস্ট্যান্স’ বা ‘বস্তুগত বাধা’ বলে । যে সকল বস্তুর স্পেসিফিক রেজিস্ট্যান্স অতি অল্প যেমন ধাতব পদার্থাদি, তাহাদিগকে পরিচালক বলে । পরিচালকদিগের বস্তুগত বাধা সেইজন্য ‘মাইক্রোম’ ( Microhm ) অর্থাৎ  $\frac{1}{1000000}$  ওম দ্বারা মাপা হয় । তরল পদার্থাদির বস্তুগত বাধা খুব বেশীও নয়, কমও নয় । সেই

## বস্তুগত বাধার তালিকা ।

পদার্থের নাম	মাইক্রোমে বস্তুগত বাধা প্রতি ঘন ১ সেমি (Legal Microhm)	টেম্পারেচার এফিসিয়েন্ট "a" $R_t = R_o (1 +$
রূপা ( Silver )	১.৪৬৮	০.০০৪৪
তাম্র (Copper annealed)	১.৫৬	০.০০৩৯
" (Hard drawn)	১.৫২	০.০০৩৮
লৌহ	৯.৫৬	০.০০৭৭
নিকেল	২২.৬৩	০.০০৪৯
সীসা	২০.৯	০.০০৪২
পারদ	৯৪	০.০০৭৫
প্লাটিনাম	১০.৯৬	০.০০৩৭
জার্মান সিলভার	৩১	০.০০০৪
প্লাটিনাম	৪২	০.০০০২২
ম্যাঙ্গানিন	৪৩	০.০০০০৬
টাংষ্টেন	৫.৫১	০.০০৪৫
দস্তা	৫.৭৫	০.০০৩৭
পিত্তল	৭	০.০০২
তাম্র	৩৫	
জল ৪°C "	৯ × ১০.৬	
" ১৫°C	৩ × ১০.৬	
সালফিউরিক এসিড ৫ % ১৮°C	৪.৮৮	
" " ২০ % "	১.৫৬	
তুঁতের জল (Sturated) )	৩০	
অপরিচালক	মেগোহম	
পোসীলেন	৩ × ১০.৯	
গালা (Shellac)	৯ × ১০.৯	
রজন	৫ × ১০.১০	
অত্র ( রংহীন )	২ × ১০.১১	
কাঁচ	২ × ১০.৭	
বায়ু	০০	

ঘন এক ইঞ্চির বাধা = ৩৯.৭ × ঘন ১ সেমি বাধা ।

জন্ম উহা 'ওম' দ্বারা পরিমিত হয়। বাহাদের বস্তুগত বাধা অভ্যন্তর অধিক তাহাদিগকে অপরিচালক বলে এবং তাহাদের বেলায় ইহা 'মেগোম' (Megohm) অর্থাৎ ১০০০,০০০ ওম দ্বারা মাপা হয়।

দ্রষ্টব্য—পরিচালকতা (Conductivity) বা কোন বস্তুর নিজের মধ্য দিয়া প্রবাহ চালাইবার ক্ষমতা উহার বাধার উপর বিপরীত ভাবে নির্ভর করে। অর্থাৎ উহা যত অধিক বাধাদায়ক হইবে উহার পরিচালকতা ততই কম হইবে। সুতরাং ইহা  $\frac{1}{\text{বাধা}}$  বা  $\frac{1}{\text{ওম}}$  দ্বারা পরিমিত হয় ও ইহাকে 'মো' (Mho, Ohm কথ্য উল্টাইয়া) বলে। অতএব পরিচালকতা বা মো =  $\frac{1}{\text{ওম}}$ ।

**বায়ার উপর তাপের ফল** (Effect of temperature on resistance) :—বস্তুদিগের বাধা দিবার বা পরিচালনা করিবার ক্ষমতা তপ্ততার উপর নির্ভর করে। পরিচালকদিগের রোধ-ক্ষমতা তপ্ততা বৃদ্ধিতে কমিয়া যায়, এমন কি কোন কোন অপরিচালক খুব গরম হইলে ভাল পরিচালকে পরিণত হয়। যথা— $10^{\circ}\text{F}$  তপ্ততা বৃদ্ধি হেতু তামার বাধা ২% বাড়িয়া যায় আর অপরিচালক গাটাপার্চার বাধা কমিয়া প্রায় অর্ধেক হইয়া যায়;  $20^{\circ}\text{F}$  তপ্ততা বৃদ্ধি হেতু তামার বাধা প্রায় ৪.২% বাড়ে ও গাটাপার্চার বাধা কমিয়া প্রায় ( $\frac{1}{2}$ ) পঞ্চমাংশ হয়। ম্যাঙ্গানিন (Manganin—৮৪% তামা + ১২% ম্যাঙ্গানিজ + ৪% নিকেল) নামক একটি মিশ্র ধাতুর বাধা  $0^{\circ}\text{C}$  হইতে  $38^{\circ}\text{C}$  মধ্যে অতি অল্প বৃদ্ধি হয় ও তারপর কমে, কিন্তু এই পরিবর্তন এত অল্প যে তাহা অগ্রাহ্য করা যাইতে পারে, সেইজন্য পরীক্ষা কার্যে ইহা স্ট্যান্ডার্ড রূপে ব্যবহার হয়। জার্মান সিলভার (German Silver—৪ তামা + ১ দস্তা + ২ নিকেল) ও প্লাটিনয়েড (Platinoid—৫২% তামা + ২৫.৫% দস্তা + ৪% নিকেল + ১.৫% টাংষ্টেন) নামক মিশ্র ধাতু দুইটিরও তপ্ততা হেতু বাধা পরিবর্তন অতি অল্প হয়।

ধাতুদিগের তপ্ততার সহিত বাধার নিম্নলিখিত সম্বন্ধটি পাওয়া যায়—  
 $R_t = R_0 (1 + at + bt^2)$ ,  $R_t = t^{\circ}\text{C}$  এর বাধা  $R_0 = 0^{\circ}\text{C}$  এর বাধা,



$t$  = তপ্ততা,  $a$  ও  $b$  কোনও নির্দিষ্ট ধাতুর বেলায় অপরিবর্তনীয় কিন্তু বিভিন্ন ধাতুর সময় ইহা একটু বদলাইয়া যায়। এই সম্বন্ধটিতে  $b$  অতি অল্প সেইজন্য ইহাকে ত্যাগ করিয়া এই সম্বন্ধ সম্বন্ধটি লওয়া হয় :—

$$R_t = R_0 (1 + at)$$

$a$ কে টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট (Temperature Co-efficient) বা বাধা পরিবর্তন-হার বলে, ইহা একক বাধার  $1^\circ\text{C}$  তপ্ততা হেতু বৃদ্ধিকে বুঝায়। নিম্নলিখিত ধাতুদিগের পক্ষে দেখা যায় যে  $a = 0.0038$ , কেবলমাত্র পারদের পক্ষে  $0.0001$ ।

ইহা হইতে অনুমান হয় এবসোলিউট শূন্য ডিগ্রিতে ( $-273^\circ\text{C}$ ) নিম্নলিখিত ধাতুদিগের বাধা থাকিবে না, অবশ্য যদি ঐ টেম্পারেচার পর্যন্ত ঠাণ্ডা করা অবধি বাধার টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট ঠিক এইরূপ থাকে। কিন্তু কার্যতঃ তাহা ঘটে না, যথা—প্লাটিনামের পক্ষে দেখা গিয়াছে— $200^\circ\text{C}$  এর নিকট তপ্ততা হ্রাস হেতু ইহার যে পরিমাণে বাধা হ্রাস হয়— $250^\circ\text{C}$  এর নিকট তদপেক্ষা অনেক কম পরিমাণে হয়, আবার লৌহের পক্ষে দেখা যায় যে— $250^\circ\text{C}$  এর অবস্থার বাধা— $100^\circ\text{C}$  এর বাধার অপেক্ষা অধিক।

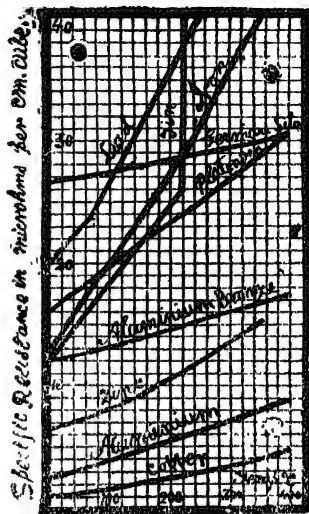
**মিশ্র ধাতু:**—মিশ্র ধাতুদিগেরও তপ্ততা বৃদ্ধির সহিত বাধাবৃদ্ধি হয় বটে, কিন্তু নিম্নলিখিত ধাতুদিগের সহিত তুলনায় অতি অল্প পরিমাণে। যথা:—জাম্পান মিলভারের  $a = 0.00088$  (অর্থাৎ নিম্নলিখিত ধাতুর প্রায়- $\frac{1}{4}$  ভাগ)। মিশ্র ধাতুদিগের বাধা নিম্নলিখিত ধাতু অপেক্ষা অনেক অধিক কিন্তু টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট অর্থাৎ তপ্ততা হেতু পরিবর্তন অতি অল্প, সেইজন্য ইহাদিগকে অধিক-বাধা মাপক যন্ত্র (High resistance measuring instruments) ও বাধাদায়ক কয়েলে (Standard resistance coil) ব্যবহার করা হয়, যেহেতু ব্যবহারকালে প্রবাহ জানত উত্তাপে গরম হইলেও বাধা প্রায় অপরিবর্তিত থাকে।

কার্বন (Carbon) ও অপরিচালক :—তপ্ততা বৃদ্ধিতে ইহাদিগের বাধা কমিয়া যায়, অর্থাৎ উহাদিগের টেম্পারেচার কো-এফিসিয়েন্ট নেগেটিভ বা বিয়োগবাচক। কার্বন ফিলামেন্ট বাতির কার্বনের শীতল অবস্থার বাধা উত্তপ্ত অবস্থার বাধার ১'৬—২'৪ গুণ।

দেখা গিয়াছে একটি সাধারণ ঐক্লপ বাতির শীতল অবস্থার বাধা ছিল ৬০০ ওম, এবং ভোল্টেজ বা চাপ বাড়াইতে থাকিলে তাহার বাধা ক্রমশঃ কমিয়া ৭৫ ভোল্টে ২৮৮ ওমে পরিণত হইয়াছিল, এবং ৯০ ভোল্টে হওয়া পর্যন্ত ইহা ঐক্লপ ছিল, পরে ১৪০ ভোল্টে কমিয়া ২৯৩ ওম হইয়াছিল। গাটাপার্চা ও ইণ্ডিয়া রবারের (India Rubber)  $0^{\circ}\text{C}$  এর বাধা  $২৪^{\circ}\text{C}$  এর বাধার যথাক্রমে ২৪ ও ৪ গুণ। 'জির্কোনিয়া' (Zirconia) নামক পদার্থটি সাধারণ

তপ্ততার অপরিচালক কিন্তু অধিক তপ্ততার পরিচালক। ইহা নার্নস্ট (Nernst) বাতিতে 'থোরিয়া'র সহিত (Thoria) মিশ্রিত হইয়া ব্যবহৃত হয়। জির্কোনিয়া জির্কোনিয়ানের অক্সাইড ও থোরিয়া থোরিয়ামের অক্সাইড। কতকগুলি বস্তুর তপ্ততার সহিত বাধার সংক্র ১৩৫ চিত্রে প্রদর্শিত হইল।

দ্রষ্টব্য। কোন বস্তুর বাধা উহার আবিক অবস্থা, ঘনতা, নির্মলতা, কাঠিগু প্রভৃতির উপর নির্ভর করে। দেখা গিয়াছে তাহার ঘনতা কমাইলে উহার বাধা বাড়িয়া যায়। তারগুলি চাপ প্রাপ্ত হইয়; কড়া হইলে বাধা বাড়িয়া যায়। নির্মল ধাতুর বাধা অপেক্ষা মিশ্র ধাতুদিগের বাধা সবসময়েই অধিক।



চিত্র—১৩৫ •

বাধা সম্পর্কীয় হিসাব :—আমরা বাধার প্রথম নিয়ম হইতে দেখিতে পাই যে,  $R \propto l$  এবং দ্বিতীয় নিয়ম হইতে দেখিতে পাই যে  $R \propto \frac{1}{a}$ , ( $l$  = পথের দৈর্ঘ্য ও  $a$  = পথের আড়কর্তনের বিস্তৃতি)। সুতরাং এই দুইটিকে একত্র করিলে  $R \propto \frac{l}{a}$  বা  $R = K \times \frac{l}{a}$ , ( $K$  = কোন অপরিবর্তনীয় সংখ্যা)। এখন যদি  $l = 1$  সেমি ও  $a = 1$  বর্গ সেমি হয়, তাহা হইলে  $R = K$ , সুতরাং  $K$  = পথের পদার্থের বস্তুগত বাধা। এই বস্তুগত বাধাকে যদি  $S$  লেখা যায় তাহা হইলে  $R = S \frac{l}{a}$ ।

অনেক সময়ে ঘন এক ইঞ্চির বাধাকে  $S$  ধরা হয়, ঘন ১ সেমির বাধাকে .৩৯০৭ দিয়া গুণ করিলে ঘন এক ইঞ্চির বাধা পাওয়া যায়। তারের দৈর্ঘ্য সচরাচর ফুট বা গজ দ্বারা মাপা হয় এবং তালিকাতেও এই হিসাবেই উহার বাধা দেওয়া থাকে। তারের স্থূলতা উহার আড়কর্তনের বিস্তৃতি দ্বারা মাপা হয়। গোল তারের পক্ষে এই আড়কর্তনের বিস্তার কখনও বর্গ ইঞ্চি কখনও বা 'সাকুলার মিল' (Circular mil) দ্বারা মাপা হয়।

**সাকুলার মিল (Circular mil) :**—মিলে পরিমিত ব্যাসের বর্গকে তারের সাকুলার মিলে স্থূলতা ধরা হয়। ১০০০ বা .০০১ ইঞ্চিকে মিল বলে। সুতরাং যদি একটি তারের ব্যাস হয় ৪ মিল বা .০০৪ ইঞ্চি, উহার স্থূলতা  $৪ \times ৪ = ১৬$  সাকুলার মিল, অথবা যদি ব্যাস হয়  $\frac{১}{২}$  বা .২৫ ইঞ্চি তাহা হইলে .২৫ ইঞ্চি = ২৫০ মিল, সুতরাং স্থূলতা =  $২৫০ \times ২৫০ = ৬২৫০০$  সাকুলার মিল। সাকুলার মিলে স্থূলতা মাপিতে হইলে মাইক্রোমিটার (Micrometer) দ্বারা মিলে উহার ব্যাস মাপিয়া লইয়া তাহাকে বর্গ করিয়া লইতে হয়।

চতুর্ভুজ আড়কর্তনের তারের স্থূলতা বর্গ বা স্কয়ার মিল (Square mil) দ্বারা পরিমিত হয়। ১ স্কয়ার মিল বলিতে ১ মিল লম্বা ও এক মিল চওড়া চৌক। বিজ্ঞিতিক বুঝায়। যেহেতু বৃত্তের বিস্তৃতি  $= \frac{\pi D^2}{4} = .৭৮৫৪ D^2$ , ১ সাকুলার মিল =

৭৮৫৪ স্ময়ার মিল। যথা—একটি ত্রিভুজাকার পরিচালকের আড়কর্তন ১ ইঞ্চি  $\times \frac{1}{2}$  ইঞ্চি। স্ময়ার মিলে ও সাকুলার মিলে ইহার স্থলতা কত ?

$$\frac{1}{2} \text{ ইঞ্চি} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 125 \text{ মিল, } \therefore \text{স্ময়ার মিলে স্থলতা} = 1000 \times 125 = 125000$$

$$\therefore \text{সাকুলার মিলে স্থলতা} = 125000 \div 9858 = 12687.9$$

মিল ফুট—(Mil foot) :—১ মিল ব্যাসের ১ ফুট লম্বা তারকে ১ মিল ফুট বলে : ১ মিল ফুট অমিশ্র তামার তারের ৭৫° F তপ্ততায় বাধা =  $10.92$  ওম, সুতরাং তামার যে কোন তারের বাধা =  $\frac{\text{ফুটে তারের দৈর্ঘ্য} \times 10.92}{\text{সাকুলার মিল}} \text{ ওম}$ । যথা—৫০০ গজ লম্বা ২৫০ সাকুলার মিল মোটা তারের বাধা কত হইবে ?

$$\text{বাধা} = \frac{500 \times 3 \times 10.92}{250} = 68.98 \text{ ওম}$$

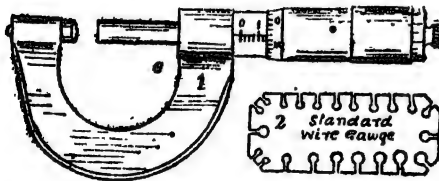
ইহা হইতে তারের স্থলতাও পাওয়া যায়।

$$\text{সাকুলার মিল} = \frac{\text{ফুটে তারের দৈর্ঘ্য} \times 10.92}{\text{ওম}}$$

যথা—৫০০ গজতারের যদি বাধা ৬৮.৭৮ ওম হয় তাহা হইলে উহার স্থলতা কত হইবে ?

$$\text{সাকুলার মিল} = \frac{500 \times 3 \times 10.92}{68.98} = 250$$

মিল হিসাবে তারের বা পাঁতের স্থলতা মাপিবার জন্য মাইক্রোমিটার জু-গেজ (Micrometer screw gauge) ব্যবহার হয়। এই জু গেজ ১৩৬—চিত্রে দর্শিত



চিত্র—১৩৬, ১৩৭

হইয়াছে। ইহাতে  $\frac{1}{1000}$

ইঞ্চি পর্যন্ত মাপা যায়।

ইহা একটি প্রবিভাজক

(Vernier) যন্ত্র বিশেষ।

ইহাতে দশটিতে ১ ইঞ্চিকে

৪০টি ভাগে বিভক্ত করা

আছে। এই দশটির উপর একটি চোঙ্গকে ঘুরাইতে পারা যায়। এই চোঙ্গের দর্শিত শেষভাগটি ২৫ ভাগে বিভক্ত এবং ভিতরে এরূপভাবে জুর বন্দোবস্ত আছে যে চোঙ্গকে পূরাপুরি ১ পাক বা ২৫ দাগ ঘুরাইলে উহা দণ্ডের উপর ১ ঘর বা  $\frac{1}{2}$  ইঞ্চি চালিত হয়। সুতরাং চোঙ্গকে উহার ছোট ছোট দাগের এক দাগ ঘুরাইলে উহা দণ্ডের উপর  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{25} = \frac{1}{50}$  ইঞ্চি চালিত হয়। কোন কোন জু গেজে চোঙ্গ ২৫ দাগেই বিভক্ত ও দণ্ড ২০ দাগে বিভক্ত থাকে। ইহাদিগের বেলায় দেখা যাইবে

যে চোঙ্গকে দুই পাক ঘুরাইলে তবে উহা দণ্ডের উপর এক দাগ চালিত হয়, সুতরাং এক পাক বা ২৫ দাগ ঘুরাইলে উহা দণ্ডের উপর  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  ইঞ্চি চালিত হয় অর্থাৎ চোঙ্গের ছোট এক দাগ ঘুরাইলে উহা  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  ইঞ্চি চালিত হয়। এই চোঙ্গটি চলিবীর সহিত সম্মুখীন দণ্ডটি চালিত হয়, সুতরাং চোঙ্গটির ১ দাগ ঘূর্ণন হেতু সম্মুখীন দণ্ড  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$  ইঞ্চি চালিত হয়। কোন তারের ব্যাস মিল হিসাবে মাপিতে হইলে প্রথমতঃ দুই মুখকে ঠেকাইয়া দিয়া দেখিতে হয় চোঙ্গের কোন দাগ দণ্ডের কোন দাগের সহিত মিলিয়াছে,—যন্ত্রের দোষ না থাকিলে চোঙ্গের ০ চিহ্নিত দাগ দণ্ডের ০ চিহ্নিত দাগের সহিত ভজিয়া যাইবে। পরে তারটিকে আটকাইতে হইলে দণ্ডের উপর চোঙ্গ পুরাপুরি কত দাগ সরিয়া আসিয়াছে তাহা দেখিতে হয়, একরূপ যতগুলি দাগ হইবে ততগুলি  $\frac{1}{2}$  ইঞ্চি হইল এবং চোঙ্গের যে দাগটি দণ্ডের সহিত প্রথম মিলিয়াছিল সেই দাগটি চোঙ্গের সহিত ছোট ছোট ভাগের কত ভাগ ঘুরিয়া গিয়াছে তাহা দেখিতে হয়। এইরূপ যতগুলি ভাগ ঘুরিয়া গিয়াছে ততগুলি  $\frac{1}{2}$  ইঞ্চি হইল। এই দুইটিকে যোগ করিলে তাবের স্থূলতা পাওয়া যাইবে। যথা—চিহ্নে চোঙ্গ দণ্ডের উপর পূর্ণ পাঁচ দাগ ও চোঙ্গের তিন দাগ ঘুরিয়াছে, সুতরাং মুণ্ডের মধ্যে ব্যবধান বা তারের স্থূলতা  $= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$  ইঞ্চি বা ২৫০ মিল।

তারের স্থূলতা সহজে উহার গেজ (Gauge) দ্বারা পরিমিত হয়। বিভিন্ন তার প্রস্তুতকারকগণের বিভিন্ন গেজ আছে, তন্মধ্যে যে কয়েকটি গেজ সাধারণতঃ প্রচলিত তাহাদের পরিমাপ তালিকায় প্রদত্ত হইল। এই তালিকা হইতে দৃষ্ট হইবে যে গেজ যত বাড়িতে থাকে তারের স্থূলতা ততই কমে। অনেক স্থলে মোটা তার ব্যবহার করিতে হইলে বাঁকাইবার সময় বাহাতে উহা নরম হয় এবং ভাঙ্গিয়া না যায় সেইজন্য একটি মোটা তার ব্যবহার না করিয়া কতকগুলি সরু গেজের তার একত্র ব্যবহার করিতে হয়। এইরূপ তারের গেজ এই ভাবে লেখা হয় যথা— $\frac{1}{2}$  কেবল (cable), ইহাতে বুঝিতে হইবে যে ১৬ গেজের ৭টি তার একত্র আছে। সুতরাং ১৬ গেজের একটি তারের যে আড়কর্তনের বিস্তৃতি, ইহার বিস্তৃতি তাহার ৭ গুণ কিন্তু ইহার বাধা ঐ ৭ গুণ বিস্তৃতির একটি তারের বাধা অপেক্ষা প্রায় ৩% অধিক।

তারের গেজ সচরাচর ধারে কাটা দাগ বিশিষ্ট একটি চাকতি সাহায্যে দৃষ্ট হয়। বিভিন্ন তার প্রস্তুতকারকগণের গেজ বিভিন্ন বলিয়া তাঁহারা নিজেদের গেজ অমুখায়ী চাকতি প্রস্তুত করেন। এই বিভিন্ন প্রকারের গেজ চাকতি বাছারে পাওয়া যায়। এরূপ একটি আমেরিকান ব্রাউন এ্যাণ্ড শার্প (American standard বা Brown and Sharp, B & S) গেজের চাকতি ১৩৭ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ঐ চাকতির ধারে ধারে কাটা দাগগুলির পাশে গেজের সংখ্যা লেখা থাকে। যে তারের গেজ জানিতে হইবে তাহাকে দেখিতে হইবে ঐ চাকতির কোন্ কাটা দাগের মধ্যে ঠিক ফিট করে, সেই ঘরের গেজই তারের গেজ।

তারের গেজের তালিকা ( ইঞ্চিতে পরিমিত ব্যাস )।

গেজ সংখ্যা	আমেরিকান ষ্ট্যান্ডার্ড গেজ ( B & S )	বিরমিংহাম ( B.W.G. )	ওয়ার্নস বারন এ্যাণ্ডমোরেন ( W & MG )	টেনটম ( N. T. )	G. W. Prenties	ইন্টিগ্রাণ্ড ( S. W. G. )
০০০	০.৯৬৪	০.৯২৫	০.৯২২	০.৯৬০	০.৯৫৮৬	০.৯৭০
০০	০.৯৬৪৮	০.৯৮০	০.৯৩১	০.৯৬০	০.৯২৮২	০.৯৪৮
০	০.৯২৪৮৬	০.৯৪০	০.৯০৭	০.৯০৫	০.৯২২৪	০.৯২৪
১	০.৯২২৩০	০.৯০০	০.৯০৩	০.৯২৫	০.৯৭৭৭	০.৯০০
১২	০.৮৮৮০৮	০.৯০৯	০.৯০৫	০.৯০৫	০.৯৬৫	০.৯০৪
১৪	০.৮৪৮৪৪	০.৮৮০	০.৮০০	০.৮০০	০.৮১৬	০.৮০০
১৬	০.৮০৮২০	০.৮৬৫	০.৮৬০	০.৮৬১	০.৮২৭	০.৮৪০
১৮	০.৮০৩০৩	০.৮৪৯	০.৮৭০	০.৮৪৫	০.৮৭৮	০.৮৮০
১৯	০.৭৬৮৯০	০.৮৪২	০.৮৬১	০.৮০০	০.৮১১	০.৮০০
২০	০.৭১৯৬১	০.৭৭৫	০.৭৭৫	০.৭৭৫	০.৭৭৫	০.৭৭৫
২১	০.৭১৪৪৬২	০.৭৭২	০.৭৭২	০.৭৭১	০.৭৭১	০.৭৭২
২২	০.৭১০৪৭	০.৭৭৮	০.৭৭৮	০.৭৭৮	০.৭৭৮	০.৭৭৮
২৩	০.৭১২৭১	০.৭৭৫	০.৭৭৫	০.৭৭৫	০.৭৭৫	০.৭৭৫
২৪	০.৭১১০০	০.৭৭২	০.৭৭৩	০.৭৭২	০.৭৭১	০.৭৭২
২৮	০.৭১২৬৪১	০.৭৭৪	০.৭৭৬	০.৭৭৬	০.৭৭৬	০.৭৭৮
৩৬	০.৭১০০০	০.৭৭৪	০.৭৭৬	০.৭৭৬	০.৭৭৬	০.৭৭৬

এই তালিকায় তারের স্থূলতা নির্ধারণের জন্য উহার গেজের পরিমাপ দেওয়া হইয়াছে। এখনও পর্য্যন্ত তারের কোন দৈর্ঘ্য হেতু কি বাধা হইবে সে বিষয় কিছু বলা হয় নাই। যদি এই তালিকা সাহায্যে বাধা বাহির করিতে হয় তাহা হইলে তাহা কিছু গণনা সাপেক্ষ। কারণ

$R = S \frac{1}{a}$  এই সম্বন্ধ দ্বারা বস্তুগত বাধার তালিকা হইতে  $S$  এর পরিমাণ

ও উল্লিখিত তালিকা হইতে ব্যাস লইয়া তাহা হইতে  $a$  বাহির করিয়া গণনা করিতে হইবে। এত পরিশ্রম না করিয়া বাধা নির্ণয়ের গেজ অনুযায়ী আমার তারের বাধার তালিকা নিম্নে প্রদত্ত হইল। এই তালিকা হইতে তারের ওজনও পাওয়া যায় এবং কি পরিমাণ প্রবাহ নির্বিঘ্নে দেওয়া যায় (Safe Current) ও কি প্রবাহ দ্বারা গলিয়া যাইবার সম্ভাবনা (Fusing current) সে সম্বন্ধে এই তালিকা হইতে পাওয়া যায়। প্রবাহ গমন কালে প্রবাহ দ্বারা তাপোৎপত্তি হেতু সকল তারই গরম হইয়া উঠে। এই তাপের পরিমাণ প্রবাহ বেগের উপর নির্ভর করে। সুতরাং যদি প্রবাহ বেগ অধিক হয় তাহা হইলে অধিক উত্তাপ উৎপন্ন হইবে ও তার সরু হইলে তারের পদার্থ পরিমাণ কম সুতরাং উহার তপ্ততা বৃদ্ধি অধিক হইবে এবং যেহেতু তারটি সরু উত্তাপ 'প্রসারণ' (Radiation) দ্বারা নির্গত হইবার স্থান অল্প পাইবে, সুতরাং তারটি গরম হইয়া গলিয়া যাইবার সম্ভাবনা। কিন্তু যদি তারটি মোটা হয় তাহা হইলে উহার পদার্থের পরিমাণ অধিক, সুতরাং উহার তপ্ততা বৃদ্ধি কম হইবে আবার প্রসারণের স্থানও অধিক পাইবে, সুতরাং উত্তাপ দ্রুত নির্গত হইয়া যাইবে, সুতরাং তারটি জালিয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে না। এই জগুই কিরূপ তার দিয়া কতটা প্রবাহ নির্বিঘ্নে যাইতে পারে ও কতটা প্রবাহ দ্বারা তার গলিয়া যাইবার সম্ভাবনা সেগুলি জানা প্রয়োজন বলিয়া উহাদিগকে তালিকাভুক্ত করা হইয়াছে।

## আমেরিকান B &amp; S গেজ (তামার তারের) বাধা ইত্যাদি

গেজ	ওজন ১০০০ ফুটের	ওয়ে বাধা ১০০০ ফুটের	নির্দিষ্ট প্রবাহ	নির্দিষ্ট প্রবাহ
আমেরিকান (B & S)		২০ °	রবার আবৃত	অগ্নি অপরি- চালক আবৃত
০০০০	৬৪০.৫	০.৪৯	২০০	৩০০
০০০	৫০.৭৯	০.৬১৮	১৭৫	২৭৫
০০	৪০.২৮	০.৭৭৯৩	১৪০	২২৫
০	৩১.৯৫	০.৯৮২৭	১২৫	২০০
১	২৫.৩৩	১.২০৯	১০৫	১৫০
২	২০০.৯৭	১.৫৬৩	০	১২৫
৩	১৫৯.৩	১.৯৭	৭৮	১০০
৪	১২৬.৪	২.৪৮৫	৬৮	৯২
৫	১০০.২	৩.১৩৩	৫৫	৮০
৬	৭৯.৪৬	৩.৯৫১	৪৮	৭২
৮	৫০	৬.২৮২	৩৪	৪৮
১০	৩১.৪৩	৯.৯৮৯	২৪	৩০
১২	১৯.৮	১৫.৮৮	১৮	২৪
১৪	১২.৪৩	২৫.২৫	১৪	২০
১৬	৭.৮২	৪০.১৬	৬	১০
১৮	৪.৯২	৬০.৮৫	৩	৫

এলুমিনিয়াম তার তামার ৮৪% অংশ বহনক্ষম। গলনের প্রবাহ (Fusing Current), যুগ্ম প্রবাহ দ্বারা তার গরম হইয়া গলিয়া যাইতে পারে তাহা  $C = A \cdot d^2$  এই সম্বন্ধ হইতে পাওয়া যায়, এই সম্বন্ধ  $C$  = গলনের প্রবাহ,  $d$  = ইঞ্চিতে তারের ব্যাস,  $A$  = অপরিবর্তনীয় সংখ্যা যাহা তারের পদার্থের উপর নির্ভর করে। বিভিন্ন ধাতুর  $A$  প্রদত্ত হইল—  
 তামা = ১০২৪৪, এলুমিনিয়াম = ৭৫৮৫, প্লাটিনাম = ৫১৭২, জার্মান সিলভার = ৫২৩০, প্লাটিনয়েড = ৪৭৫০, লৌহ = ৩১৪৮, সীসা = ৩১৭৯, মিশ্রধাতু (সীসা ২ ভাগ, টিন ১ ভাগ) = ১৩১৮।



এই অবধি যাহা কিছু বলা হইয়াছে তাহাতে কেবলমাত্র তামার তারের বাধা পাওয়া যায়, এই তামার তারই সচরাচর ব্যবহৃত হয়। কিন্তু

যদি তারটি তামার না হইয়া অন্য ধাতুর হয় তাহা হইলে  $R = S \times \frac{l}{a}$  এই

সম্বন্ধ হইতে হিসাব করিয়া উহার বাধা বাহির করিতে হয়।

ইহা অতি পরিশ্রম সাপেক্ষ বলিয়া নিম্নে একটি গুণক তালিকা প্রদত্ত হইল। এই তালিকাতে গেজের সহিত গুণক দেওয়া আছে। এই গুণক দ্বারা কোনও ধাতুর মাইক্রোমে বস্তুগত বাধাকে গুণ করিলে ঐ ধাতুর ঐ গেজের তারের বাধা ওমে পাওয়া যাইবে। যথা :—১ মিটার ১৩ গেজ তামার তারের বাধা (তামার বস্তুগত বাধা = ১.৭২৪ মাইক্রোম) =  $০.৩৮৭ \times ১.৭২৪ = ০.৬৬৮$  ওম।

গুণক তালিকা (Table of Multiplying Factor)

গেজ আমেরিকান B & S	১ মিটারের গুণক	গেজ আমেরিকান B & S	১ মিটারের গুণক
০০০০	০.০০০২৩০	২১	০.২৪৪
০০	০.০০১৪৮	২৩	০.৩৮৭
১	০.০০২৩৬	২৫	০.৬১৬
৩	০.০০৩৭৫	২৭	০.৯৭২
৫	০.০০৫২৬	২৯	১.৫৫৭
৭	০.০০৭৪৮	৩১	২.৪৭৬
৯	০.০১১১	৩৩	৩.৯৩৭
১১	০.০১২৪	৩৫	৬.২৬২
১৩	০.০০৩৮১	৩৭	৯.৯৫
১৫	০.০৬০৬	৩৯	১৫.৮৩
১৭	০.০৯৬৩	৪০	১৯.৯৬
১৯	০.০১৫৩		

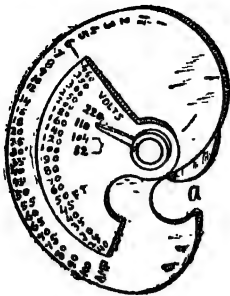
প্রদত্ত গেজগুলি ছাড়া অন্য গেজের তারের বাধা বাহির করিতে হইলে যে গেজের বাধা বাহির করিতে হইবে সেই গেজ অপেক্ষা ৩ গেজ কম তারের বাধাকে দ্বিগুণ করিলেই হইবে। যথা :—১৮ গেজের বাধা =  $2 \times (18 - 3) = 2 \times (15 \text{ গেজের বাধা})$ ।

এতক্ষণে আমরা যে কোন তারের বাধা হিসাব করিতে ও তারটি যদি তামার হয় তাহা হইলে উহা গেজ অনুযায়ী নির্দিষ্ট কত প্রবাহ (আম্প) বহন করিতে পারে সে বিষয়েরও কিছু ধারণা করিতে সক্ষম হইয়াছি। কিন্তু এগুলি কিছু বিজ্ঞাবুদ্ধি ও মস্তিষ্কের কার্য্য দরকার করে, সুতরাং শিক্ষিত ব্যক্তি ব্যতীত অপরের দ্বারা কিরূপ কার্য্যে কিরূপ গেজের তার প্রয়োজন তাহা নির্দ্ধারিত হইতে পারে না। এবং যদিও শিক্ষিত ব্যক্তি এই নির্দ্ধারণ কার্য্যে সক্ষম বটে, ইহা হিসাবের কার্য্য বলিয়া কিছু সময় সাপেক্ষ। সময় বাঁচাইবার জন্ত এবং যাহাতে যে কোন ব্যক্তির দ্বারাও এ কার্য্য চলিতে পারে, সেইজন্য, তার হিসাবের একটি যন্ত্র নির্ম্মিত হইয়াছে, ইহাকে অয়্যারম্যান্‌স্ ক্যালকুলেটিং গেজ (Wireman's Calculating Gauge) বলে।

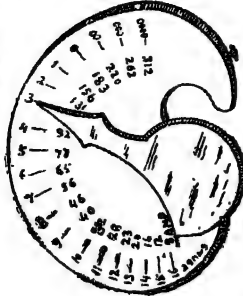
এই যন্ত্রটির সাহায্যে কত ফুট তারের মধ্য দিয়া কত আম্পেরার প্রবাহ পাঠাইতে হইবে এবং তাহার চাপ বা ভোল্টেজ (Voltage) কত এবং ঐ ভোল্টেজের কত অবনতি বা হ্রাস (drop or loss) হইতে দেওয়া যাইতে পারে এগুলি জানা থাকিলে তৎক্ষণাৎ কত গেজের (B & S) তার ব্যবহার করিতে হইবে, তারটি ঠিক প্রয়োজন মত গেজের কিনা এবং উহা নির্দিষ্ট কত আম্পেরার প্রবাহ বহিতে পারে সেগুলি নির্দ্ধারিত হইয়া যায়। যন্ত্রটি ১৩৮ ও ১৩৯ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

১৩৮ চিত্রে যন্ত্রটির সমুখ ও ১৩৯ চিত্রে উহার পশ্চাভাগ। যন্ত্রটির সমুখ ভাগে দেখা যাইবে যে দুইটি বৃত্ত আছে, তন্মধ্যে বড় বৃত্তটিতে আম্পেরার (Amp) ও ছোট বৃত্তে ফুট, ভোল্টেজ ও অধিকতম ভোল্টেজ হ্রাস লেখা আছে। এই ছোট বৃত্তটিকে

ঘুরাইয়া যত ফুট তার ব্যবহার করা হইতেছে, ফুটের সেই সংখ্যাটি ঐ তারকে যত



চিত্র—১০৮।



চিত্র—১০৯।

আমপেরার প্রবাহ বহিতে হইবে আমপেরার সেই সংখ্যার সহিত সমান করিয়া ধরিতে হইবে। যথা, চিত্রে দেখান তইয়াছে ৪৫ ফুট তারকে ৬৫ আমপেরার প্রবাহ বহিতে হইবে। পরে

কাঁটা (Pointer) ঘুরাইয়া যত ভোল্টেজ ব্যবহার হইতেছে ও ভোল্টেজের শতকরা হিসাবে অধিকতম যে পরিমাণ হ্রাস হইতে দেওয়া যাইতে পারে সেই সংখ্যার সহিত ধরিতে হইবে। যথা, চিত্রে ১১০ ভোল্ট ও ১% হ্রাস দেখান হইয়াছে। তাহা হইলে পশ্চাৎভাগে (১০৯ চিত্রে) কাঁটার দ্বারা দর্শিত হইবে কি গেজের তার ও তাহাতে নির্ঝিল্পে সর্বাপেক্ষা অধিক কত আমপেরার প্রবাহ দেওয়া যাইতে পারে। যথা, চিত্রে দর্শিত হইয়াছে ৩ গেজের তার ও ১১০ আমপেরার প্রবাহ। আবার তারটি ঠিক ৩ গেজের কিনা তাহা a চিহ্নিত স্থানে উহা ঠিক কিট করে কিনা তাহা দেখিয়া স্থির করা হয়। এই a চিহ্নিত কাঁকটি এরূপ ভাবের হইতে থাকে যে, যে গেজটি দৃশিত হইবে, এই কাঁকটিরও সেই গেজ হয়।

## অষ্টম পরিচয় ।

বিন্যাসচালক বল বা ই, এম, এফ, (E. M. F.) :—

পূর্বেই বলা হইয়াছে রাসায়নিক প্রক্রিয়া দ্বারা ঘটিত পোলড্রটির মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্য সংযোজক পথের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎকে গতিদান করে, সেই হেতু ইহাকে (পোটেনস্যাল পার্থক্যকে) বিদ্যুতের চালকবল, ইলেক্ট্রোমোটর ফোর্স বা ই, এম, এফ, (E.M.F.) বলে। বিদ্যুৎ প্রবাহের বেগ ই, এম, এফ, অনুযায়ী হয়। পথের বাধার উপরও প্রবাহের বেগ নির্ভর করে বটে কিন্তু বিকল্পভাবে।

পি, ডি, ও ই, এম, এফ, (P. D. & E. M. F.) :—

বিদ্যুৎ প্রবাহকালে পথের যে কোন দুই বিন্দুর মধ্যে পোটেনস্যাল পার্থক্যকে পোটেনস্যাল ডিকারেন্স বা পি, ডি, (Potential difference or P. D.) বলে। অসংযুক্ত অবস্থায় পোলড্রয়ের মধ্যে যে পোটেনস্যাল পার্থক্য তাহাকে ই, এম, এফ, বলে ও বিদ্যুৎ প্রবাহ কালে সংযুক্ত অবস্থায় পোল বা টার্মিনাল দুয়ের মধ্যে যে পোটেনস্যাল পার্থক্য তাহাকে পোলড্রয়ের বা টার্মিনালদ্বয়ের পি, ডি, বলে। অতএব দেখা যাইতেছে যে অবস্থা-বিশেষের পি, ডি, কে ই, এম, এফ, বলে। পোলড্রয়ের অসংযুক্ত অবস্থায় পোটেনস্যাল পার্থক্য বা ই, এম, এফ, ও তাহাদের সংযুক্ত অবস্থায় পোটেনস্যাল পার্থক্য বা পি, ডি,র মধ্য কিছু প্রভেদ আছে। ই, এম, এফ, পোলড্রয়ের পি, ডি, অপেক্ষা অধিক। তাহার কারণ এই যে অসংযুক্ত অবস্থায় যে পি, ডি, অর্থাৎ ই, এম, এফ, তাহা পোলড্রকে সংযুক্ত করিলে প্রবাহকালে দুইটি বাধায় পতিত হয়—এক বাহ্যিক পথ অর্থাৎ যদ্বারা পোলড্রকে সংযুক্ত করা হয়, সুতরাং যাহার মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ পজিটিভ হইতে নেগেটিভ পোলে প্রবাহিত হয়, দ্বিতীয় আভ্যন্তরিক পথ, অর্থাৎ

সেলের মধ্যস্থ তরল পদার্থ বাহার মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ নেগেটিভ হইতে পজিটিভে আসে। বিদ্যুচ্চালক বল বা ই, এম, এফ, এই সমস্ত পথের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎকে চালায় সুতরাং ইহার কিছু অংশ বিদ্যুৎকে আভ্যন্তরিক পথের মধ্য দিয়া চালায় ও বাকী অংশ বাহ্যিক পথের মধ্য দিয়া চালায়। সংযোগের পর এই বাহ্যিক পথের বাধাকে অতিক্রম করিয়া বিদ্যুৎকে চালাইতে ই, এম, এফ, এর যে অংশ লাগে তাহাই পোলবয়ের পি, ডি, এবং ইহা সর্বদাই ই, এম, এফ, অপেক্ষা কম হইবে যদি না আভ্যন্তরিক পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে কিছুমাত্র পি, ডি, প্রয়োজন না হয়, অর্থাৎ আভ্যন্তরিক পথের বাধা কিছু না থাকে, বাহ্য ফার্ষ্যত: অসম্ভব। এবং এত আভ্যন্তরিক পথের বাধাকে অতিক্রম করাইয়া বিদ্যুৎ চালাইতে ই, এম, এফ, এর যে অংশ লাগে তাহাকে আভ্যন্তরিক পথে পতিত পি, ডি, ( Potential drop in internal resistance ) বলে। অতএব যদি ই, এম, এফ, হয়  $E$ , পোলবয়ের পি, ডি,  $V$  ও আভ্যন্তরিক পতিত পি, ডি,  $v$ , তাহা হইলে  $E = V + v$ ।

পোটেনশিয়াল পার্থক্য মাপের একক ভোল্ট ( Volt ) এবং ড্যানিয়েল সেলের ই, এম, এফ, প্রায় ১ ভোল্ট, সুতরাং ইহার সহিত তুলনায় অন্যান্য সেলের ই, এম, এফ, মোটামুটি পাওয়া যাইতে পারে। ঠিকমত ভাবে ই, এম, এফ, মাপিতে হইলে ক্লার্কস্ ট্যাণ্ডার্ড সেল বা ওয়েষ্টন ট্যাণ্ডার্ড সেলের ই, এম, এফ, এর সহিত তুলনা করিয়া মাপিতে হয়। ইলেকট্রোমিটার সাহায্যে ই, এম, এফ, ও ভোল্টমিটার ( Voltmeter ) সাহায্যে ভোল্টেজ বা পি, ডি, মাপা হয়।

**প্রবাহ (Current) :**—প্রবাহ মাপিবার একক আম্পের ( Ampere )। পৃথক পোটেনশিয়াল বিশিষ্ট দুই বিন্দুকে পরিচালক দ্বারা সংযুক্ত করিলে বিদ্যুৎ প্রবাহ হয়। এই প্রবাহের বেগ পি, ডি, অনুবায়ী হয়। অর্থাৎ পি, ডি, যত অধিক হইবে প্রবাহের বেগ তত অধিক হইবে। ইহা

সংযোজক পরিচালকের বাধার উপর বিকল্প ভাবে নির্ভর করে অর্থাৎ বাধা যত অধিক হইবে প্রবাহের বেগ তত কম হইবে। অতএব দেখা যাইতেছে

$$C \propto E \quad . \quad \text{এবং}$$

$$C \propto \frac{1}{R}$$

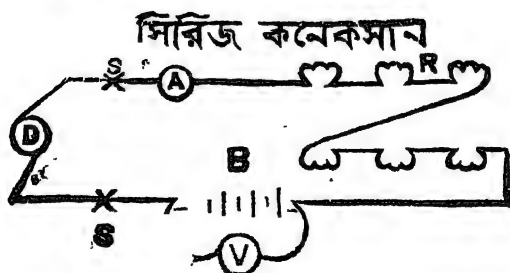
$$\text{সুতরাং } C \propto \frac{E}{R} \text{ বা } C = K \times \frac{E}{R}, \quad (K = \text{Constant})$$

যদি ১ পি, ডি, বা ভোল্টে বিশিষ্ট দুই বিন্দুকে একক বাধা বা ১ ওম দ্বারা সংযুক্ত করিলে যে প্রবাহ হয় তাহাকে একক পরিমিত প্রবাহ বা আমপেয়ার ধরা যায় তাহা হইলে  $K = ১$  ও  $C = \frac{E}{R}$ ।

ইহাকে ওমস-ল (Ohm's Law) বলে। অতএব ওমস-ল অনুসারে

$$\text{আমপেয়ার} = \frac{\text{ভোল্ট}}{\text{ওম}} \quad \text{বা} \quad \text{আ} = \frac{\text{ভো}}{\text{রে}} \quad (C = \frac{E}{R} \quad \text{বা} \quad A = \frac{V}{W})$$

**বাধার সংযোজন (Connection of Resistances)**  
বাধা তিন প্রকারে সংযোগ করা যায়। (১) সারি,ক্রমিক বা সিরিজ (Series), (২) শাখা, সমান্তরাল, পারালাল (Parallel) বা শাণ্ট (Shunt), (৩) মিশ্র, কম্পাউণ্ড (Compound) বা মিক্সড (Mixed)।

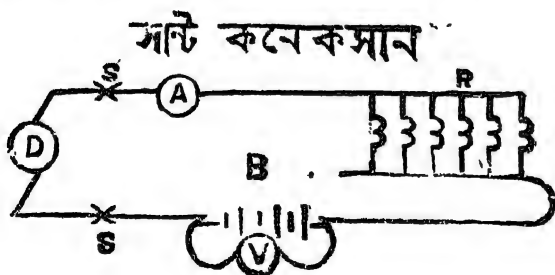


চিত্র—১৪০

**ক্রমিক (Series) সংযোজন :—**কতকগুলি বাধাকে

মালা গাঁথার মত একটির পর একটি করিয়া যোগ করাকে সিরিজ সংযোজন বলে। সিরিজ সংযোজনে যে প্রবাহ হয় তাহাকে প্রত্যেক বাধার মধ্য দিয়া যাইতে হয় ও পথটির মোট বাধা বিভিন্ন বাধাগুলির সমষ্টি। অতএব যদি  $S, R$ , প্রভৃতি কতকগুলি বাধার পরিমাপ হয় তাহা হইলে তাঙ্গা-দিগকে সিরিজে সংযুক্ত করিলে মোট বাধা হইবে  $S + R + \&c., ১৪০$  চিত্র।

**সমান্তরাল (Parallel) সংযোজন:**—কতকগুলি বাধা শাখার ন্যায় সকলেই একস্থান হইতে নির্গত হইয়া অপর একস্থানে সম্মিলিত হইলে তাহাকে প্যারালাল সংযোগ বলে। একরূপ সংযোজনে যতগুলি শাখাপথ হয় প্রবাহ ততগুলি অংশে বিভক্ত হইয়া এক একটি অংশ এক একটি শাখার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। ফলতঃ একরূপ সংযোজনে পথের বিস্তৃতি বাড়িয়া যায়, কারণ বিদ্যুৎ একই সময়ে সকলগুলির মধ্য দিয়া আংশিক ভাবে প্রবাহিত হয়। এখন যদি  $A$  ও  $B$  এর মধ্যে



চিত্র—১৪১

(চিত্র ১৪১) পি, ডি, হয়  $E$ , মোট প্রবাহ  $C$ , শাখাগুলির মধ্য দিয়া আংশিক প্রবাহগুলি  $C_1, C_2, C_3$  ইত্যাদি ও শাখাগুলির বাধা যথাক্রমে  $r_1, r_2, r_3$ , ইত্যাদি এবং যদি ঐ বাধা সকলের ‘সমবদলি’ (equivalent) একটি বাধা অর্থাৎ যাহা উহাদের সকলের পরিবর্তে একলাই ঐ প্রবাহ-  
( $C$ ) উৎপন্ন করিবে তাহার পরিমাণ হয়  $R$ , তাহা হইলে ;—

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

$$\text{এবং } C = \frac{E}{R}, C_1 = \frac{E}{r_1}, C_2 = \frac{E}{r_2}, C_3 = \frac{E}{r_3}, \dots$$

$$\therefore \frac{E}{R} = \frac{E}{r_1} + \frac{E}{r_2} + \frac{E}{r_3} + \dots$$

$$\text{বা } \frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots$$

সমবদলি বাধার বিরূপ বিভিন্ন বাধাগুলির বিরূপের (inverse) সমষ্টি।

দ্বিধাধাবিশিষ্ট পথে (in a two way circuit) :—

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} = \frac{r_1 + r_2}{r_1 r_2}$$

$$\therefore R = \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}$$

$$\text{এবং } E = C_1 r_1 = C_2 r_2$$

$$\therefore \frac{C_1}{C_2} = \frac{r_2}{r_1}$$

অর্থাৎ পাখা দুইটিতে প্রবাহ তাহাদের বাধার বিরূপ ভাবের হয়, যথা—

$r_1 = 2$  ওহম,  $r_2 = 3$  ওহম হইলে তাহাদের সমবদলি একটি বাধা।

$$R = \frac{2 \times 3}{2 + 3} \text{ ওহম} = \frac{6}{5} \text{ ওহম এবং } \frac{2 \text{ ওহমে প্রবাহ}}{3 \text{ ওহমে প্রবাহ}} = \frac{3}{2}$$

সাঁট (Shunt) :—গ্যালভানোমিটার প্রভৃতি কতকগুলি ক্ষুদ্র



যন্ত্রের মধ্য দিয়া সমস্ত প্রবাহ বহিলে উহাদের ক্ষতি

হইবার সম্ভাবনা, যথা গ্যালভানোমিটারের চুম্বক-সূচ

এত ঘুরিয়া যাইবে যে উহা কার্যকরী হইবে না।

সেইজন্য অনেক সময়ে তাহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহের

চিত্র—১৪২ অংশ পাঠান প্রয়োজন হয়। ইহা ঐ গ্যালভানো-

মিটারের টার্মিনালদ্বয়কে একটি তারদ্বারা সংযোগ করিলেই সাধিত হইবে



(চিত্র—১৪২)। এই তারকে সান্ট (Shunt) বলে। চিত্র হইতে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে গ্যালভানোমিটার ও সান্ট প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত। সুতরাং যদি সমস্ত প্রবাহ হয় C, গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের অংশ  $C_g$  ও সান্টের মধ্য দিয়া প্রবাহের অংশ  $C_s$  এবং গ্যালভানোমিটারের বাধা G ও সান্টের বাধা S, তাহা হইলে ;

$$C = C_g + C_s$$

$$\frac{C_g}{C_s} = \frac{S}{G}$$

$$\therefore \frac{C_g}{C_g + C_s} = \frac{S}{G + S}$$

$$\text{অর্থাৎ } C_g = \frac{S}{G + S} (C_g + C_s) = \frac{S}{G + S} C \dots (১)$$

$$\text{এবং } C = \frac{G + S}{S} C_g \dots \dots \dots (২)$$

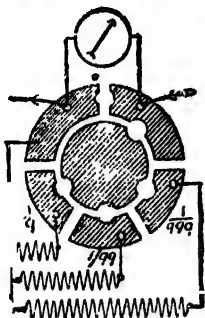
অতএব (১) হইতে দেখা যায় যে সমস্ত প্রবাহকে  $\frac{S}{G + S}$  এই ভগ্নাংশ দ্বারা গুণ করিলে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের অংশ পাওয়া যায় এবং (২) হইতে দেখা যায় যে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের অংশকে  $\frac{G + S}{S}$  দ্বারা গুণ করিলে মোট প্রবাহ পাওয়া যায়। এই  $\frac{G + S}{S}$  সান্টের পূরণ-ক্ষমতা (Multiplying power) বলে এবং ইহা সচরাচর M দ্বারা সূচিত হয়।

$$\text{সুতরাং } C_g = \frac{C}{M} \text{ , বা } C = M C_g$$

$$\frac{G + S}{S} = M \text{ (৩) ও } S = \frac{M - 1}{1} G \text{ (৪)}$$

অতএব এখন যদি মোট প্রবাহের  $\frac{1}{n}$  অংশ যন্ত্রের মধ্য দিয়া পাঠাইবার প্রয়োজন হয়, তাহা হইলে সান্টের পূরণক্ষমতা ১০ হওয়া প্রয়োজন সুতরাং (৪) হইতে  $S = \frac{1}{n} G$ , অর্থাৎ সান্টের বাধা যন্ত্রের বাধার  $n$  ভাগের ১ ভাগ হওয়া চাই। ঠিক সেইরূপ যন্ত্রের মধ্য দিয়া  $\frac{1}{n}$  বা  $\frac{1}{10}$  ভাগ প্রবাহ বহিবে, যদি ইহার সান্টের বাধা যথাক্রমে ইহার বাধার  $\frac{1}{n}$  বা  $\frac{1}{10}$  অংশ হয়। এই প্রণালীতে

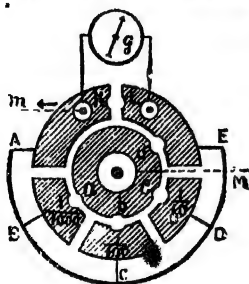
একটি সার্ট বাক্স ১৪৩ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহা হইতে দেখা যাইবে যে গর্ততিনটির মধ্যে যে কোনটিতে প্লাগ (Plug) বা চাবি বসাইয়া দিয়া কয়েল তিনটির মধ্যে যে কোন একটিকে ইচ্ছানুযায়ী যন্ত্রের সহিত সার্টভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে। বলা বাহুল্য যে এই প্রকার সার্ট বাক্স যে যন্ত্রের জন্য ইহা প্রস্তুত সেই নির্দিষ্ট যন্ত্রের সহিত ব্যবহার্য্য, কারণ সেই যন্ত্রের বাধার হিসাবে এই সার্ট কয়েলগুলির বাধা ধার্য্য করা হইয়াছে।



চিত্র ১৪৩

ইউনিভার্সাল সার্ট বাক্স (Universal Shunt Box) :—এই সার্ট বাক্সে সার্ট কয়েল গুলি এরূপ

ভাবে সজ্জিত যে ইহাকে যে কোন গ্যালভানোমিটারের সহিত ব্যবহার করা যাইতে পারে (চিত্র ১৪৪)। বামদিক হইতে প্রথম কয়েলের বাধা ১০ ওম, দ্বিতীয়টির



চিত্র ১৪৪

বাধা ১০ ওম তৃতীয়টির বাধা ১০০ ওম চতুর্থটির ১০০০ ওম; সুতরাং সকলের একত্রে ১০০০০ ওম। সার্ট বাক্সের A ও E গ্যালভানোমিটারের টার্মিনালদ্বয়ের সহিত সংযোগ করিতে হয় ও প্রবাহ বহনকারী তারদ্বয়কে M ও m এর সহিত সংযোগ করিতে হয়। কেন্দ্র হইতে M সংলগ্ন একটি ঘূর্ণনশীল বাহ থাকে। ইহাকে ঘুরাইয়া E, D, C, B, A, প্রভৃতি চিহ্নিত ধাতুখণ্ডগুলিতে দেওয়া যায়। যদি

ইহা E চিহ্নিত ধাতুখণ্ডে থাকে তাহা হইলে সমস্ত কয়েলটি সার্টভাবে ব্যবহৃত হইল, অতএব  $S = ১০০০০$  ওম, এবং গ্যালভানোমিটারের বাধা G হইলে,  $C_g = \frac{১০০}{G+১}$ ।

যদি বাহটিকে D চিহ্নিত ধাতুখণ্ডে দেওয়া যায় তাহা হইলে ১০০০ ওম কয়েলটি G এর সহিত যোগ হইয়া গেল, সুতরাং যন্ত্রের বাধা হইল  $G + ১০০০$ , আর সার্টকয়েলে রহিল ১০০০ ওম। সুতরাং এখন

$$C_g = \frac{১০০}{(G + ১০০০) + ১০০} \quad - C = \frac{১০০}{G + ১} \quad C = \text{প্রথম প্রবাহের } \frac{১}{১০} \text{ অংশ।}$$

টিক সেইরূপ  $C$  চিহ্নিত ধাতুখণ্ডের সহিত বাহ্যটিকে লাগাইলে যন্ত্রের সহিত কয়েলের ২০০ ওম যোগ হইয়া গেল ও সাঁট করিলে রহিল ১০০ ওম সুতরাং

$$C_g = \frac{100}{(G+200)+1} \cdot C = \frac{100}{G+1000} \cdot C \text{ অর্থাৎ প্রথম প্রবাহের } \frac{1}{100} \text{ অংশ।}$$

টিক সেইরূপ বাহ্যকে  $B$  চিহ্নিত ধাতুখণ্ডে দিলে যন্ত্রের মধ্য দিয়া প্রথম প্রবাহের  $\frac{1}{1000}$  অংশ প্রবাহিত হইবে।

দ্রষ্টব্য :—সাঁট ব্যবহার করিলে পথের বাধা কমিয়া যায় সুতরাং নূতন বাধা সিরিজে যোগ করিয়া পথের বাধাকে বাড়াইতে হয়। যথা কেবল মাত্র যন্ত্রটি ব্যবহার করিলে বাধা হইল  $G$  ; কিন্তু সাঁট ব্যবহার করিলে মোট বাধা হইল  $\frac{G \cdot S}{G+S}$ ।

$$\text{সুতরাং বাধা হ্রাসের পরিমাণ} = G - \frac{G \cdot S}{G+S} = G - \frac{G}{\frac{G+S}{S}} = G - \frac{G}{M} \quad (৫)$$

সুতরাং সাঁট যুক্ত যন্ত্রের সহিত  $G - \frac{G}{M}$  এই পরিমাণ বাধা সিরিজে যোগ করিলে তবে পথের বাধা সমান থাকিবে। “সমান মোট প্রবাহ” ( Constant total current ) সাঁটে সাঁট করিলে যোগের সহিত সঙ্গে সঙ্গে উপযোগী বাধা যোগ হইয়া যায়।

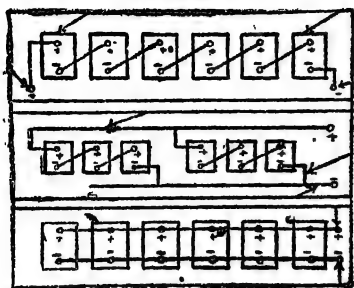
মিশ্র সংযোগ ( Compound circuit ) :—প্রয়োজন অনুসারে একই পথে সিরিজে ও প্যারালাল সংযোগ উভয়েই একসঙ্গে ব্যবহার হইলে তাহাকে মিশ্র সংযোগ বলে।

ব্যাটারি ( Battery ) :—কতকগুলি সেলকে একসঙ্গে সংযুক্ত করিলে ব্যাটারি হইল। সেল তিন প্রকারে সাজান বা সংযুক্ত হয়—

১। সিরিজে, ২। প্যারালাল, ৩। মিশ্র।

১। সিরিজে—ইহাতে একটি সেলের নেগেটিভ পোল দ্বিতীয়টির পজিটিভ পোলের সহিত, দ্বিতীয়টির নেগেটিভ তৃতীয়টির পজিটিভের সহিত, এইরূপ ভাবে পর পর যোগ করিয়া যাওয়া হয়। কেবলমাত্র প্রথমটির পজিটিভ পোল ও শেষটির নেগেটিভ পোল খালি থাকে। ইহারাই ব্যাটারির পজিটিভ ও নেগেটিভ পোলদ্বয়। ( চিত্র—১৪৫ )।

যদি প্রতি সেলের ই, এম, এফ, হয়  $E$  ও আভ্যন্তরিক বাধা  $r$  ও সেলের সংখ্যা  $n$ , তাহা হইলে প্রথম সেলটির পজিটিভ পোল হইতে শেষ



চিত্র—১৪৫, ১৪৬, ১৪৭।

সেলের নেগেটিভ পোল অর্থাৎ ব্যাটারির পোলদ্বয়ের মধ্যে সি, ডি, হইবে  $n E$  এবং পোলগুলির আভ্যন্তরিক বাধা সকল সিরিজে সংযুক্ত বলিয়া মোট আভ্যন্তরিক বাধা হইবে  $n r$ । এখন যদি বাহ্যিক বাধা হয়  $R$ , তাহা হইলে প্রবাহ ( $n$  সেল হেতু)

$$C_n = \frac{nE}{R + nr}, \text{ এবং একটি সেল লইলে } C_1 = \frac{E}{R + r}। \text{ যদি } R \text{ এর সহিত}$$

তুলনায়  $R$  এত ক্ষুদ্র হয় যে  $r$  কে অগ্রাহ্য করা চলে, তাহা হইলে একটি

$$\text{সেলে } C_1 = \frac{E}{R} \text{ ও } n \text{ সেল হইতে } C_n = \frac{nE}{R} = nC_1। \text{ অর্থাৎ যতগুলি সেল}$$

লওয়া যাইবে তত গুণ প্রবাহ মিলিবে। কিন্তু যদি  $r$  এর সহিত তুলনায়

$$R \text{ এত ক্ষুদ্র হয় যে তাহাকে অগ্রাহ্য করা চলে তাহা হইলে } C_n = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r} = C_1। \text{ অর্থাৎ একটি সেল লইলে যে প্রবাহ মিলিবে, } n \text{ সেল}$$

লইলেও সেই প্রবাহই মিলিবে। সুতরাং এস্থলে পূর্বের মত স্রবিধা পাওয়া গেল না। এরূপ স্থলে প্যারালাল সংযোগে স্রবিধা হয়।

**প্যারালাল সংযোগ:**—ইহাতে সবসেলের পজিটিভ পোলগুলি একসঙ্গে যোগ করা হয় ও নেগেটিভ পোলগুলি একসঙ্গে যোগ করা হয়, এইরূপে ব্যাটারির একটি পজিটিভ পোল ও একটি নেগেটিভ পোল প্রস্তুত হয়। ১৪৭ চিত্রে পজিটিভ ও নেগেটিভ পোল তীর দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।

ইহাতে যদি একটি সেলের ই, এম, এফ, হয় E তাহা হইলে সমষ্টির অর্থাৎ ব্যাটারির পোলদ্বয়ের মধ্যেও পি, ডি, E এবং প্রত্যেকটির আভ্যন্তরিক বাধা r হইলে এইরূপে সংযুক্ত n সেলের মোট আভ্যন্তরিক বাধা হইবে  $\frac{r}{n}$  (কারণ  $\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \dots = n \times \frac{1}{r} \therefore R = \frac{r}{n}$ )। অতএব

বাহ্যিক বাধা R হইলে প্রবাহ  $C_n = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{n E}{n R + r}$  ও একটি সেল

হইতে  $C_1 = \frac{E}{R + r}$  অতএব r এর সহিত তুলনায় R যদি এত

ছোট হয় যে উহাকে অগ্রাহ্য করা চলে, তাহা হইলে n সেল নইলে

$C_n = \frac{n E}{r} = n \times \frac{E}{r} = n C_1$  বা একটি সেল নইলে যে প্রবাহ হয়

তাহার n গুণ। কিন্তু R এর সহিত তুলনায় r অগ্রাহ্য তাবের ছোট

হইলে  $C_n = \frac{n E}{n R} = \frac{E}{R} = C_1$ , অর্থাৎ কিছুই সুবিধাজনক নহে।

**মিশ্র সংযোগ বা মিক্সড গ্রুপিং (Mixed Grouping):**—ইহাতে কতকগুলি সেলকে সিরিজে সংযুক্ত করা হয় ও এই সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি ব্যাটারিকে প্যারাললে সংযুক্ত করা হয়, চিত্র ১৪৬।

যদি সেলের মোট সংখ্যা হয়  $m \times n$  ও তাহাদের মধ্যে প্রত্যেক সিরিজে সংযুক্ত ব্যাটারিতে m সেল থাকে ও এইরূপের n ব্যাটারিকে প্যারাললে সংযোগ করিয়া একটি বড় ব্যাটারি হয়, তাহা হইলে প্রত্যেক সিরিজে সংযুক্ত m সেলের ব্যাটারির পোলদ্বয়ের পি, ডি, m E ও আভ্যন্তরিক বাধা m r এবং n ব্যাটারি প্যারাললে সংযুক্ত হইয়া যে বড় ব্যাটারি তাহার পোলদ্বয়ের পি, ডি, E এবং আভ্যন্তরিক বাধা:

$\frac{m r}{n}$ । এখন যদি বাহ্যিক বাধা হয়  $R$ , তাহা হইলে  $m n$  সেলের

প্রবাহ 
$$C_{mn} = \frac{m E}{R + \frac{mr}{n}} = \frac{m n E}{nR + mr}$$

**সুচারা সংযোগ (Best Grouping) :—**এখন দেখা যাউক কি ভাবে সাজাইলে  $C_{mn}$  এর পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হয়।

$$C_{mn} = \frac{m n E}{nR + mr}$$

$m n$  = প্রদত্ত সেলের সংখ্যা, সুতরাং অপরিবর্তনীয়,  $R$  বাহ্যিক বাধা,  $r$  প্রত্যেক সেলের আভ্যন্তরিক বাধা, সুতরাং  $R r$  বা  $m n R r$  অপরিবর্তনীয় এবং  $E$  প্রদত্ত সেলের ই, এম, এফ, সুতরাং অপরিবর্তনীয়, সুতরাং  $m n E$  অপরিবর্তনীয়। সুতরাং  $C_{mn}$  পরিষ্ঠ হইবে—

যদি  $n R + m r$  লঘিষ্ঠ হয়।

বা  $(n R + m r)^2$  লঘিষ্ঠ হয়।

বা  $(n R + m r)^2 - 4 m n R r$  " "

বা  $(n R - m r)^2$  " "

(কিন্তু বর্গ সংখ্যার লঘিষ্ঠ পরিমাণ শূন্য)

সুতরাং যদি  $nR - mr = 0$

বা  $nR = mr$

অর্থাৎ  $\frac{R}{r} = \frac{m}{n}$

## নবম পরিচয় ।

প্রবাহের ফল—(১) তাপ ।

প্রবাহ দ্বারা নিম্নলিখিত ফলগুলি পাওয়া যায় ও তাহাদের কার্যে লাগান হয়—(১) উত্তাপন ( Heating ), (২) রাসায়নিক (Chemical), (৩) চুম্বক ( Magnetic ) ফল যাহা হেতু প্রবাহের একটি চুম্বকের উপর বা অন্য একটি প্রবাহের উপর ফল থাকে ।

(১) উত্তাপন (Heating):—একটি তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ যাইতে থাকিলে দেখা যায় যে তারটি গরম হইয়া উঠে এবং পরীক্ষা দ্বারা দেখা গিয়াছে এই উৎপন্ন তাপের পরিমাণ (১) বাধার পরিমাণ, (২) প্রবাহের বর্গ ও (৩) প্রবাহের সময় অনুযায়ী হয় । অর্থাৎ  $H \propto C^2 R t$ ,  $H$ —তাপ পরিমাণ,  $C$ —প্রবাহবেগ,  $R$ —বাধা ও  $t$ —সময় । ইহাকে জুল-ল ( Joule's Law ) বলে । ইহা এই ভাবে হিসাব করিলে পাওয়া যায় ।

যদি কোন তারের শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি, হয়  $E$ , তাহা হইলে তদ্ব্য দিয়া  $Q$  পরিমাণ বিদ্যুৎ বহিয়া যাইলে যে কার্য সাধিত হইল তাহা  $W$  হইলে

$$W = Q \times E$$

$$\text{কিন্তু } Q = C \times t$$

$$\therefore W = C \times E \times t$$

$$\text{আবার } E = C \times R$$

$$\therefore W = C^2 R t$$

এখন যদি  $J =$  জুলস্ ইকুইভ্যালেন্ট ( অর্থাৎ কার্য পরিমাণ বাহা একক তাপের সহিত সমান  $= 8.2 \times 10^7$  আর্গ ) হয়, তাহা হইলে

$$H \cdot \frac{W}{J} = \frac{C^2 R t}{J}$$

ইহাতে ব্যবহৃত এককগুলি সব সি, জি, এস, ( C. G. S ) এককে আছে, ইহাদিগকে ব্যবহার্য্য এককে অর্থাৎ আমপেয়ার ও ওম পরিণত করিতে হইলে যথাক্রমে  $C$ কে  $10^{-2}$  ও  $R$ কে  $10^9$  দিয়া গুণ করিতে হইবে।

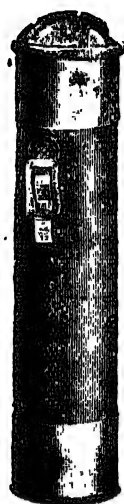
$$\text{সুতরাং } H = \frac{C^2 \times 10^{-2} \times R \times 10^9 \times t}{8.2 \times 10^7} = \frac{C^2 R t}{8.2} \quad \text{ও } C^2 R t$$

(  $C =$  আমপেয়ার ও  $R =$  ওম )

বিদ্যুৎ-প্রবাহের তাপক গুণ নানা কার্যে ব্যবহার হয়, যথা—অজ্জ-চিকিৎসকেরা সৰু প্লাটিনাম তারকে শুভ্র তপ্ত করিয়া তদ্বারা অজ্জ করেন, খনির মধ্যে বারুদে ও টরপেডোতে সচরাচর এই তাড়িতোদ্ভূত তাপ লাগান হয়, সেইজন্ত কিস্তি পরিমাণ বারুদকে সৰু প্লাটিনাম তার দ্বারা ঘেঁরা হয় ও ঐ তারের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ কালে উহা গরম হইয়া বারুদকে জ্বালাইয়া দেয়। এই তাপ দ্বারা ধাতব পদার্থাদি গলান হয়। বৈদ্যুতিক বাতি বা উনানও এই তাপের কল, বাতির বাত্বের মধ্যে যে সৰু তার থাকে তাহা দিয়া প্রবাহ যাইবার সময় উহা এত গরম হয় যে শুভ্র তপ্ত হইয়া যায় ও আলোক নির্গত হয়। এই বাতি সম্বন্ধে পরে বর্ণিত হইবে। বৈদ্যুতিক উনান (Heater) বা ইস্তির (Iron) মধ্যে কয়েলের আকায়ে তার পাকান থাকে, প্রবাহ যাইবার সময় এই তার গরম হইয়া লাল হইয়া যায় ও উহা হইতে উত্তাপ নির্গত হইতে থাকে। এই তাপন গুণ বৈদ্যুতিক পরিমাপ কার্যে কতকগুলি বৈদ্যুতিক যন্ত্রে ব্যবহার হয়। যথা—হট-অয়ার এমিটার ও ভোল্টমিটার প্রভৃতি। কয়েকটা তাপ উৎপাদনকারী গৃহে ব্যবহার্য্য বৈদ্যুতিক জ্বোয় চিত্র প্রদত্ত হইল :—



১৪৮ চিত্রে একটি সাধারণ হ্যাণ্ড-টর্চ লাইটের আকৃতি দেওয়া হইয়াছে।



এই হ্যাণ্ড টর্চ বাতি একটি বা ততোধিক প্রাইমারি সেলের (ড্রাই বা শুষ্ক) সংযোগে বিদ্যুৎ প্রস্তুত করিয়া উহার মধ্যস্থিত ইনক্যান্ডিসেন্ট বাল্বটিকে প্রজ্জ্বলিত করে। ইহাদের মধ্যে এমন টর্চও দেখা যায় যাহাদের রোসনাই দেড় হাজার ফুট পর্যন্ত যায়। পথে ঘাটে ইহারা বেশ কার্যোপযোগী হয়। ইহাদের ব্যাটারি প্রায় ৭ ইইতে ২০ ঘণ্টা পর্যন্ত বৈদ্যুতিক শক্তি দানে সমর্থ হয়। ব্যাটারিগুলি অধিক পুরাতন হইলে, তাহাদের শক্তি কার্যে ব্যয়িত না হইয়াই অপচয় হইয়া যায়। সুতরাং ঐ বাতিকে বিদেশে (যেখানে ব্যাটারি পাওয়া যায় না) লইয়া যাঠতে হইলে নূতন ব্যাটারি সংগ্রহ করিয়া লইয়া যাওয়াটা

চিত্র—১৪৮

বিধেয়। ব্যাটারি বাজারে খরিদ করিতে পাওয়া

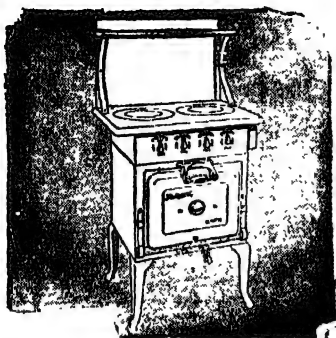
যায়। ১৪৯ চিত্রে একটি ক্যাবিনেট ইলেক্ট্রিক উনান বা বৈদ্যুতিক উনান



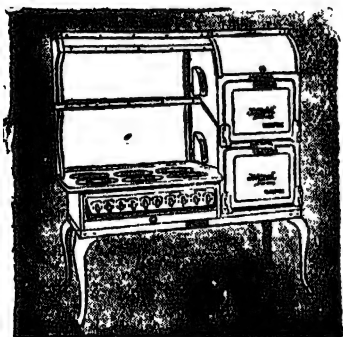
আছে। ইহার সহিত আবার খাদ্য জ্বাষাদি গরম রাখিবার জন্ম হট্-চেষ্টিও আছে। ঐ উনানে খাদ্যজ্বাষাদি প্রস্তুত করিয়া পরে পার্শ্বস্থিত হট্-চেষ্টির মধ্যে রাখিয়া দিলে খাদ্যাদি শীঘ্র শীতল হয় না। এই উনানের বিদ্যুৎ প্রবাহক তার এক প্রকার উচ্চ-উত্তাপ সহনশীল ধাতুর দ্বারা নির্মিত।

চিত্র—১৪৯

এই তারকে বৈদ্যুতিক ভাষায় এলিমেন্ট (Element) বলা যায়। এইরূপ ক্যাবিনেট উনান দেখিতে সুন্দর ও ঘরের আসবাবরূপে বিরাজ করে। ১৫০ চিত্রে একটি বৈদ্যুতিক উনানের আকৃতি দেওয়া হয়েছে ইহাতে



চিত্র—১৫০



চিত্র—১৫১

কেবলমাত্র দুইটি গরম করিবার এলিমেন্ট আছে, ইহাতে একত্রে দুইটি সাধারণ উনানের কার্য হইতে পারে। ইহার হট-চেই উনানের নিম্নে স্থাপিত। ১৫১ চিত্রে একটি বৃহৎ বৈদ্যুতিক উনান সমষ্টি দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে এক সঙ্গে অনেকগুলি উনানের মুখ আছে, ইহার দ্বারা অনেক প্রকারের রন্ধন একত্রে করা যাইতে পারে। উহার বৈদ্যুতিক শক্তি বাহক “এলিমেন্ট” অর্থাৎ হট অগ্নার ঠিক পূর্ব বর্ণিত উনানের স্থায়। ১৫২ চিত্রে একটি ছোট উষ্ণ করিবার উনান দর্শিত হইয়াছে। এই উনানের দ্বারা বেকিং ও রুটী টোষ্ট প্রভৃতি প্রকারের কার্য বেশ সুচারুরূপে সম্পন্ন

হইতে পারে। ১৫৩ চিত্রে একটি গৃহ উষ্ণকারী রেডিয়েটরের আকৃতি দর্শিত হইয়াছে। শীতপ্রধান দেশের পক্ষে ইহা অতীব প্রয়োজনীয় দ্রব্য। ইহার উষ্ণ করিবার তার বা “ফিলামেন্ট” উনানের তারের

তায়। এই রেডিয়েটর ব্যতীত আরো অনেক প্রকার রেডিয়েটর প্রস্তুত হয় তাহাদের চিত্র এখানে স্থানাভাব বশতঃ দেওয়া হয় নাই।



চিত্র—১৫২



চিত্র—১৫৩



চিত্র—১৫৪

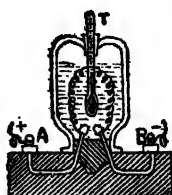


চিত্র—১৫৫

১৫৪ চিত্রে একটি তরল পদার্থ উষ্ণ কার্যবার কেটলীর ছবি দেওয়া হইয়াছে। এই কেটলীর নিম্নভাগে ভিন্ন কোটরে একটি বিদ্যুৎ প্রবাহক এলিমেন্ট আছে। বিদ্যুৎ লাইনের সহিত সংযোগ করিয়া দিলেই এই “এলিমেন্ট” উষ্ণ হইয়া উপর কোটরস্থিত জল প্রভৃতি তরল পদার্থকে উষ্ণ করে। ইহার দ্বারা চা প্রস্তুতের উষ্ণ জল অনায়াসে প্রস্তুত হইতে পারে। ১৫৫ চিত্রে একটি “হট্‌প্রেটের” আকৃতি দেওয়া হইয়াছে ইহাতে রুটি প্রভৃতি প্রস্তুত করা যায়। পাউরুটি টোষ্ট করা যায়। এই সকল উষ্ণকারী দ্রব্যের এলিমেন্ট নষ্ট হইয়া গেলে বাজারে ক্রয় করিতে পারা যায়। ইহা বিশেষ লক্ষ্য রাখা কর্তব্য যে যখন এইসকল

উষ্ণকারী উনান অধিক উত্তপ্ত হয়, তখন উহাদের বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ রাখা প্রয়োজন নতুবা এলিমেন্ট পুড়িয়া যাইবার বিশেষ সম্ভাবনা।

প্রবাহ দ্বারা উৎপন্ন উত্তাপ ১৫৬ চিত্রে দর্শিত যন্ত্রটির দ্বারা পরিমিত



হইতে পারে। প্রবাহ বহিবার সময় কয়েলটি দ্বারা উৎপন্ন উত্তাপ তরল পদার্থকে গরম করে; ঐ তরল পদার্থের তপ্ততা 'T' থার্মোমিটার দ্বারা দর্শিত হয় এবং A ও B টার্মিনালদ্বয় দ্বারা কয়েলে প্রবাহ দান করা যায়।

এই যন্ত্রে সচরাচর তরল পদার্থটির জন্ম  
চিত্র-১৫৬ এলকোহল অথবা টার্পেনটাইন তৈল ব্যবহৃত হয়।  
যদি ব্যবহৃত তরল পদার্থের পরিমাণ হয় m গ্রাম, স্পেসিফিক-হিট s এবং  
উহা to উত্তপ্ত হয়, তাহা হইলে উত্তপ H = mst

### প্রবাহের ফল—(২) রাসায়নিক।

যেমন সেলের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারা বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যায়, ঠিক তাহার বিপরীত ভাবে সেলের বাহিরে এই প্রবাহ দ্বারা কতকগুলি তরল পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক ক্রিয়া সাধিত হইতে পারে। পরীক্ষা করিলে দেখিতে পাওয়া যায় তরল পদার্থ তিন প্রকারের হইতে পারে,—

(১) বাহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে পারে না বা অপরিচালক, যথা—পেট্রোলিয়াম বা টার্পেনটাইন।

(২) বাহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে পারে বটে, কিন্তু বিশ্লেষণ হয় না, যথা—পারদ, গলিত ধাতু।

(৩) বাহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহকালে বিশ্লেষণ হয়।

এই শেষোক্ত পদার্থগুলি সাধারণতঃ গলিত বা তরল লবণাক্ত পদার্থ এবং ইহাদিগকে ইলেকট্রোলাইট (Electrolyte) বলে ও প্রবাহ দ্বারা ইহাদের বিশ্লেষণ হওয়াকে ইলেকট্রোলিসিস (Electrolysis) বলে।

ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহের জন্ম পজিটিভ ও নেগেটিভ

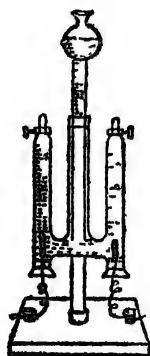
তারের সহিত সংযুক্ত যে দুইটি ধাতুখণ্ড তরল পদার্থের মধ্যে ব্যবহার হয় তাহাদিগকে ইলেকট্রোড (Electrode) বলে। তন্মধ্যে যেটি পজিটিভ তারের সহিত সংযুক্ত থাকে তাহাকে পজিটিভ ইলেকট্রোড বা এনোড (Anode) বলে ও যেটি নেগেটিভ তারের সহিত সংযুক্ত থাকে তাহাকে নেগেটিভ ইলেকট্রোড বা ক্যাথোড (Kathode) বলে। অতএব তরল পদার্থের মধ্যে এনোড হইতে ক্যাথোডে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। যে পাত্রের মধ্যে ইলেকট্রোলিসিস সাধিত হয় তাহাকে ভল্টামিটার (Voltmeter) বলে। যদি কপার সালফেট ( $\text{Cu SO}_4$ , তুঁতে), সিলভার নাইট্রেট ( $\text{Ag NO}_3$ ), পোটাশিয়াম আয়োডাইড ( $\text{KI}$ ), সোডিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{NaCl}$ ) সালফিউরিক এসিড ( $\text{H}_2 \text{SO}_4$ ), হাইড্রোক্লোরিক এসিড ( $\text{HCl}$ ), প্রভৃতি দ্রব্য জলে গুলিয়া তন্মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয় তাহা হইলে উহারা বিস্ফিট হইয়া যথাক্রমে  $\text{Cu}$  ও  $\text{SO}_4$ ,  $\text{Ag}$  ও  $\text{NO}_3$ ,  $\text{K}$  ও  $\text{I}$ ,  $\text{Na}$  ও  $\text{Cl}$ ,  $\text{H}_2$  ও  $\text{SO}_4$ ,  $\text{H}$  ও  $\text{Cl}$  প্রভৃতি পদার্থে পরিণত হয়। তন্মধ্যে অগ্র লিখিত পদার্থগুলিতে অর্থাৎ  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2$  প্রভৃতিতে পজিটিভ চার্জ থাকে বলিয়া ইহারা নেগেটিভ ইলেকট্রোডে আকৃষ্ট হয় ও অপরগুলিতে অর্থাৎ  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{I}$ ,  $\text{Cl}$  ইত্যাদিতে নেগেটিভ চার্জ থাকে বলিয়া ইহারা পজিটিভ ইলেকট্রোডে আকৃষ্ট হয়। এই ভাবে বিস্ফিট হইয়া উৎপন্ন বৈদ্যুতিক অবস্থা বিশিষ্ট  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2$ , ও  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{I}$ ,  $\text{Cl}$  প্রভৃতিকে চলিত ভাষায় ‘আয়ন’ (Ion) বলে। প্রকৃতপক্ষে উহারা অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য বিদ্যুৎ পরিমাণের সমাহার এবং সেই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বিদ্যুৎ পরিমাণকে আয়ন বলে এবং এরূপভাবে বিস্ফিট হওয়ারকে ‘আয়োনাইজেশন’ (Ionisation) বলে। যেগুলিতে পজিটিভ আয়ন থাকে তাহাদিগকে ‘এনিয়ন’ (Anion) বলে এবং তাহারা নেগেটিভ ইলেকট্রোডের (Kathode) উপর আকৃষ্ট হয় যথা— $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2$  প্রভৃতি, আর যে গুলিতে নেগেটিভ আয়ন

থাকে তাহাদিগকে 'কেটয়ন' ( Kation ) বলে এবং তাহারা পজিটিভ ইলেকট্রোডের (Anode) উপর আক্রান্ত হয়, যথা— $\text{SO}_4, \text{NO}_3, \text{I}, \text{Cl}, \text{O}$  ইত্যাদি। এখন এই  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ag}$  বা এবশ্রকার দ্রব্যাদি নেগেটিভ ইলেকট্রোডের গাত্রে ঘরিয়া যায় কিন্তু  $\text{K}$ ,  $\text{Na}$  প্রভৃতি দ্রব্যাদির জলের উপর রাসায়নিক প্রক্রিয়া থাকায় জলের সহিত  $2\text{K} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{KOH} + \text{H}_2$  বা  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH} + \text{H}_2$  এই প্রকার রাসায়নিক কার্য করিয়া  $\text{H}_2$  গ্যাস উৎপন্ন করে এবং  $\text{K}$  বা  $\text{Na}$  প্রভৃতির পরিবর্তে এই  $\text{H}_2$  গ্যাস নেগেটিভ ইলেকট্রোডের গাত্রে জমিতে দৃষ্ট হয়। পজিটিভ ইলেকট্রোডের উপর  $\text{SO}_4, \text{NO}_3, \text{I}, \text{Cl}$  প্রভৃতি দ্রব্য পড়ে এবং ইলেকট্রোডের ধাতুটি যদি একরূপ হয় যে তাহার উপর ইহাদের রাসায়নিক ক্রিয়া আছে তাহা হইলে ইলেকট্রোডের পদার্থটিকে যথাক্রমে সালফেট, নাইট্রেট, আয়োডাইড, ক্লোরাইড ইত্যাদি লবণে পরিণত করে, নতুবা ইলেকট্রোডের সহিত কোনরূপ রাসায়নিক ক্রিয়া না ঘটিলে জলের সহিত ঘটিয়া  $\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{O}$ ,  $2\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{O}$ ,  $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{O}$ ,  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HCl} + \text{O}$  এইভাবে  $\text{O}_2$  গ্যাস নিঃসৃত করে। এই  $\text{O}_2$  গ্যাসই পজিটিভ ইলেকট্রোডে জমিতে দেখিতে পাওয়া যায়। অবশ্য প্রথম প্রথম এই  $\text{O}_2$  গ্যাস জলের মধ্যে গুলিয়া যাইতে থাকে, সেইজন্য গোড়ার মুখে উহা জমিতে দৃষ্ট হয় না। বলা বাহুল্য যে  $\text{K I}$  বা  $\text{Na Cl}$  এর পক্ষে একদিকে  $\text{K}$  বা  $\text{Na}$  দ্বারা জল বিস্ফিষ্ট হইয়া উহার একটি উপাদান  $\text{H}_2$  নির্গত হয়,  $\text{KOH}$  বা  $\text{NaOH}$  প্রস্তুত হয় এবং অপর দিকে  $\text{I}$  বা  $\text{Cl}$  কর্তৃক জল বিস্ফিষ্ট হইয়া ইহার অপর উপাদান  $\text{O}_2$  নির্গত হয় ও  $\text{HI}$  বা  $\text{HCl}$  প্রস্তুত হয়, পরে এই  $\text{KOH}$  ও  $\text{HI}$  বা  $\text{NaOH}$  ও  $\text{HCl}$  মিশিয়া যথাক্রমে  $\text{KI}$  বা  $\text{NaCl}$  পুনরায় প্রস্তুত হয়, যথা— $\text{KOH} + \text{HI} = \text{KI} + \text{H}_2\text{O}$  বা  $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ । অতএব ফলতঃ দেখা যাইতেছে যেন  $\text{KI}$  বা  $\text{NaCl}$  অভয়

রহিয়া গেল, কেবলমাত্র  $H_2O$  বা জল  $H_2$  ও  $O_2$  এই দুই উপাদানে বিভক্ত হইল। এরূপ কার্য  $HNO_3$  বা  $H_2SO_4$  এর পক্ষেও ঘটে,—ইতারা বিশ্লিষ্ট হইয়া  $H$  ও  $NO$ , বা  $H_2$  ও  $SO_4$  হয়। একদিকে এই  $H_2$  গ্যাস জমে অপরদিকে  $NO$ , বা  $SO_4$  কতক জল হইতে  $O_2$  নিঃসৃত হয় ও  $HNO_3$  বা  $H_2SO_4$  পুনঃ প্রস্তুত হয় যেমন পূর্বে দেখান হইয়াছে।

### জলের ইলেকট্রোলিসিস (Electrolysis of water)

নিম্নলিখিত জলের মধ্যে দুইটি প্লাটিনামের ইলেকট্রোড ডুবাইলে দেখা যায় যে জলের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না অর্থাৎ নিম্নলিখিত জল প্রায় অপরিচালক। কিন্তু যদি এই জলে কিঞ্চিৎ পরিমাণে সালফিউরিক এসিড ( $H_2SO_4$ ) বা সাধারণ লবণ ( $NaCl$ ) মিশ্রিত করা যায় তবে দেখা যায় যে ইলেকট্রোড দুইটিতে গ্যাস বৃদ্ধি জমে। এনোড ও ক্যাথোডের উপর দুইটি জলপূর্ণ পাত্র উপড় করিয়া ধরিয়া রাখিলে দেখা যাইবে যে ক্রিয়াক্ষম পরে তাহাদের মধ্য হইতে জল নিঃসৃত হইয়া গিয়া উপর দিকে গ্যাস জমিতেছে। তন্মধ্যে ক্যাথোডের পাত্রে অধিক পরিমাণে গ্যাস



চিত্র—১৫৭

জমে ও এনোডের পাত্রে অতি অল্প পরিমাণে গ্যাস জমে। তাহার কারণ এনোডে যে গ্যাস নিঃসৃত হয় তাহা জলে গুলিয়া যায় বলিয়া প্রথম প্রথম জমিতে দেখা যায় না, পরে যখন এনোড পাত্রের জল পূর্ণমাত্রায় ঐ গ্যাসকে গুলিয়া লয় তখন নিঃসৃত গ্যাস জলে আর গোলে না, জলকে সরাইয়া পাত্রটির উপর দিকে গিয়া জমিতে থাকে। এই সময় হইতে ক্যাথোড পাত্রে যে পরিমাণ গ্যাস জমিতে থাকে তাহা যদি মাপা যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে ক্যাথোড পাত্রের গ্যাসের পরিমাণ এনোড পাত্রের গ্যাসের পরিমাণের প্রায়

দ্বিগুণ এবং পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে ক্যাথোড পাত্রে  $H_2$  গ্যাস

এনোড পাড়ে  $O_2$  গ্যাস জন্মে। জলের এই ইলেকট্রোলিসিস হইতে প্রমাণ হয় যে জল  $H_2$  ও  $O_2$  নামক দুইটি উপাদানে গঠিত ও  $H_2$  এর পরিমাণ  $O_2$  এর দ্বিগুণ। প্রবাহ বাইবার সময়  $H_2$ ,  $SO_4$  বিস্লিষ্ট হইয়া  $H_2$  ও  $SO_4$  হয়,  $H_2$  ক্যাথোডে জমে ও  $SO_4$  এনোডে যায় ও তথায় জলের সহিত মিশিয়া  $H_2$ ,  $SO_4$  পুনরায় প্রস্তুত হয় ও  $O_2$  নির্গত হয়। ঠিক সেইরূপ  $NaCl$  বিস্লিষ্ট হইয়া  $Na$  ও  $Cl$  হয়।  $Na$  ক্যাথোডে যায় ও তথায় জলের সহিত মিশিয়া  $NaOH$  প্রস্তুত হয় ও  $H_2$  নির্গত করে এবং  $Cl_2$  এনোডে যায় ও তথায় জলের সহিত মিশিয়া  $HCl$  প্রস্তুত করে ও  $O_2$  নির্গত হয়, পরে  $NaOH$  ও  $HCl$  মিশিয়া পুনরায়  $NaCl$  ও জল প্রস্তুত হয়। প্রবাহ দ্বারা এই সকল বিপ্লবণ কালে  $SO_4$ ,  $Cl$ ,  $HCl$ ,  $H_2$ ,  $SO_4$  প্রভৃতি পদার্থ হয় বলিয়া প্লাটিনামের ইলেকট্রোড ব্যবহার করিতে হয়, কারণ এই ধাতুর উপর উহাদের কোনও রাসায়নিক ক্রিয়া নাই, নতুবা অন্য ধাতু ব্যবহার করিলে তাহারা ক্ষয়প্রাপ্ত হইবে। যে যন্ত্রের মধ্যে জলের ইলেকট্রোলিসিস হয় তাহাকে জলের ভণ্টামিটার বলে।

**পরিমাণ সম্পর্কিত নিয়ম:**—একটি সার্কিটে (বিদ্যুৎ প্রবাহের পথে) কতকগুলি জলের ভণ্টামিটার বসাইয়া দিলে দেখা যায় যে প্রত্যেকটিতেই ক্যাথোডে সমপরিমাণে  $H_2$  নির্গত হয়, তাহাদের ইলেকট্রোডগুলির আকার যতই বিভিন্ন হউক না কেন বা ইলেকট্রোডের যতই বিভিন্ন ব্যবধানে থাকুক না কেন। অথবা যদি ভণ্টামিটারগুলিতে তুঁতের ( $CuSO_4$ ) জল থাকে তাহা হইলে ক্যাথোডগুলির উপরে সমপরিমাণ তামা ( $Cu$ ) জমা হয়। এখন যদি কোনটার এসিড মিশ্রিত জল, কোনটার  $CuSO_4$  গোলা জল, কোনটার  $AgNO_3$  গোলা জল থাকে তাহা হইলে বিভিন্ন ক্যাথোডে নিজস্ব বিভিন্ন আয়নগুলির ( $H_2$ ,  $Cu$ ,  $Ag$  প্রভৃতি) পরিমাণ সমান হইবে না বটে, কিন্তু ইহা দেখা যাইবে যে জলের ভণ্টামিটারে যদি ওজনে দুই ভাগ  $H_2$  নিষ্কাশিত



## বিদ্যুৎ-ভিত্তিক শিল্পকর্ম

হয়,  $\text{Cu SO}_4$  ভন্টামিটারে ৬৩ ভাগ  $\text{Cu}$  ও  $\text{AgNO}_3$  ভন্টামিটারে ২১৬ ভাগ  $\text{Ag}$  নিষ্কাশিত হয়। এই পরিমাণগুলি উহাদের রাসায়নিক সমবল্যের (Chemical Equivalent) অনুপাতে হয়। অতএব দেখা যায় যে—

১। “যদি বিভিন্ন ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া একই বা সমান প্রবাহ প্রবাহিত করা যায়, তাহা হইলে বিভিন্ন ইলেকট্রোডে নিষ্কাশিত আয়নের ওজন পরিমাণ তাহাদের রাসায়নিক সমবল্যের অনুপাতে হয়।” যথা, বিভিন্ন ভন্টামিটারে জল, হাইড্রোক্লোরিক এসিড, কপার-সালফেট, সিলভার-নাইট্রেট, পোটাসিয়াম-আয়োডাইড, গলিত টিনক্লোরাইড প্রভৃতিকে ইলেকট্রোলিসিস করিলে এবং যথাবিহিত উপায় দ্বারা নিষ্কাশিত আয়নগুলিকে পুরাপুরি সংগ্রহ করিয়া ওজন করিলে দেখা যায় যে প্রতি ১ পাউণ্ড হাইড্রোজেন নিষ্কাশিত হইলে ততক্ষণে বিভিন্ন ইলেকট্রোডে ৩১.৫ পাউণ্ড  $\text{Cu}$ , ১০৮ পাঃ  $\text{Ag}$ , ১২৭ পাঃ  $\text{I}$ , ৫৯ পাঃ  $\text{Sn}$  (টিন), ৩৫.৫ পাঃ  $\text{Cl}$ , ৮ পাঃ  $\text{O}_2$  ও ৩৯.১ পাঃ  $\text{K}$  নির্গত হয়। এবং এই পরিমাণগুলি উহাদের রাসায়নিক সমবল্যের আনুপাতিক।

২। “কোন নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে নিষ্কাশিত আয়নের পরিমাণ প্রবাহের তেজের অনুপাতে হয়।” অর্থাৎ ১ আমপেরার প্রবাহ দ্বারা কোন সময়ের মধ্যে যে পরিমাণ আয়ন নিষ্কাশিত হয়, ৫ বা ৮ আমপেরার প্রবাহ দ্বারা সেই সময়ের মধ্যে যথাক্রমে তাহার ৫ বা ৮ গুণ আয়ন নিষ্কাশিত হয়।

৩। “কোন নির্দিষ্ট প্রবাহ দ্বারা নিষ্কাশিত আয়নের পরিমাণ সময়ের অনুপাতে হয়।” অর্থাৎ ১ সেকেন্ডে যত আয়ন নিষ্কাশিত হয় ৬ বা ১০ সেকেন্ডে তাহার যথাক্রমে ৬ বা ১০ গুণ আয়ন নিষ্কাশিত হয়।

বিদ্যুৎ-রাসায়নিক সমবল্যের বা ইলেকট্রোকেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট (Electro-Chemical Equivalent—E. C. C.)—১ সেকেন্ডে ধরিয়া প্রবাহিত ১ আমপেরার প্রবাহ

দ্বারা নিষ্কাশিত কোন পদার্থের আয়নের পরিমাণকে ঐ পদার্থের ইলেকট্রো-কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট বলে। ১ আমপেরার প্রবাহ দ্বারা ১ সেকেন্ডে ০.০০০১০৪ গ্রাম  $H_2$  নিষ্কাশিত হয়, সুতরাং  $H_2$  এর E.C.C. = ০.০০০১০৪। অতএব কোন পদার্থের E. C. C. =  $H_2$  এর E. C. C.  $\times$  ঐ পদার্থের কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট (নিয়ম ২ হইতে)। যথা :—Cu এর কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট ৩১.৫, সুতরাং ইহার E. C. C. = ০.০০০১০৪  $\times$  ৩১.৫ = ০.০০৩২৭৬, Ag এর কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট ১০৮, অতএব ইহার E. C. C. = ০.০০০১০৪  $\times$  ১০৮ = ০.০১১২৩২। এবং দেখা যায় যে ১ আমপেরার প্রবাহ দ্বারা ১ সেকেন্ডে যথাক্রমে ০.০০৩২৭৬ গ্রাম Cu ও ০.০১১২৩২ গ্রাম Ag নিষ্কাশিত হয়।

দ্রষ্টব্য—কোন পদার্থের কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট বলিতে ঐ পদার্থের পরমানুর ওজনকে উহার ভ্যালেন্সি (Valency) দ্বারা ভাগ করিলে যে ভাগফল হয় তাহাকে বুঝায়। পরমানুর ওজন বলিতে  $H_2$  পরমানুর ওজনকে ১ ধরিলে পদার্থটির ওজন বাহা হয়, যথা :—Zn = ৬৫, Cu = ৬৩ এবং ভ্যালেন্সি বলিতে পদার্থটির একটি পরমানু যতগুলি  $H_2$  পরমানুর সমবদলী, যথা :— $Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + H_2$  অতএব ১টি Zn পরমানু দুইটি  $H_2$  পরমানুর সমবদলী, সুতরাং Zn এর ভ্যালেন্সি = ২। অতএব Zn এর কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট =  $\frac{৬৫}{২} = ৩২.৫$ । সেইরূপ  $CuSO_4$  হইতে দেখা যায় Cu এর ভ্যালেন্সি = ২, সুতরাং Cu এর কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট =  $\frac{৬৩}{২} = ৩১.৫$ ।

অতএব উল্লিখিত নিয়মত্রয় হইতে দেখা যায় যে  $w = e \times C \times t$ ,

w = নিষ্কাশিত আয়নের পরিমাণ, e = ইলেকট্রো-কেমিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট, C = আমপেরারে পরিমিত প্রবাহ বেগ, t = সেকেন্ডে পরিমিত সময় পরিমাণ।

ইলেকট্রোলিসিসের ব্যবহার—ইলেকট্রোলিসিসের সাহায্যে নিম্নলিখিত কার্যগুলি সমাধা হইতে পারে।

- ১। কোন রাসায়নিক পদার্থের উপাদান নিষ্পত্তি।
- ২। নির্মল ধাতু প্রাপ্তি।
- ৩। প্রবাহের বেগ পরিমাপ।

৪। ইলেকট্রোলাইসিস কার্য।

৫। ইলেকট্রোপ্রেস কার্য।

১। রাসায়নিক পদার্থের উপাদান নিষ্পত্তি :—যেমন জলের ভণ্টামিটার হইতে জানা যায় যে জল  $H_2$  ও  $O_2$  নামক দুইটি উপাদানে গঠিত ও ওজনে প্রতি ১ ভাগ  $H_2$  এর সহিত ৮ ভাগ  $O_2$  থাকে বা আয়তনে ১ ভাগ  $H_2$  এর সহিত ১ ভাগ  $O_2$  থাকে।

২। নির্মল ধাতু প্রাপ্তি বিবরণ রাসায়নিক সম্পর্কের আলোচ্য বিবরণ।

৩। প্রবাহের বেগ পরিমাপ কার্য—দেখা গিয়াছে  $w = e \times C \times t$ । অতএব যদি নির্জ্ঞাত আয়নের ওজন দেখা যায় ও প্রবাহের সময় দেখা যায়, তাহা হইলে এই সম্বন্ধ হইতে  $C$  এর পরিমাণ বাহির করা যায়, অবশ্য তালিকা হইতে  $e$  জানিতে হইবে।

যথা—একটি  $Cu SO_4$  ভণ্টামিটারে ১৫ মিনিটে ৩ গ্রাম  $Cu$  নির্জ্ঞাত হইয়াছে।  
কি প্রবাহ বহিয়াছে?

$$w = e \times C \times t$$

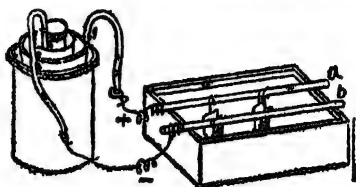
$$\text{বা } 3 = 0.00003296 \times 16 \times 60 \times C = 0.29888 C$$

$$\text{বা } C = \frac{3}{0.29888} = 10.039 \text{ আম্পেরার।}$$

৪। ইলেকট্রোলাইসিস কার্য—ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা জামান ইলেকট্রোলাইসিস করা হয়। যে বস্তুটির ইলেকট্রোলাইসিস করিতে হইবে, প্রথমতঃ তাহার একটি ছাঁচ করিয়া লইতে হয়, পরে সেই ছাঁচের উপর ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা  $CuSO_4$  ভণ্টামিটার মধ্যে জামা জমাইতে হয়। যে সকল বস্তু পদক প্রভৃতির স্তায় কঠিন ও চাপসহনশীল তাহাদের গাটা পার্কার উপর ছাপ লওয়া হয়। এই নির্মিত গাটাপার্কাকে গরম জলে রাখিয়া নরম করিয়া ঐ বস্তুটির উপর চাপিয়া ছাঁচ লইতে হয়। কাঠের ব্লক (Wood Block) ও টাইপ প্রভৃতির সচরাচর যোনের ছাঁচ হয়। মোম, চর্কি ও ভেনিস-টার্শি একসঙ্গে গলাইয়া মিশ্রিত করিয়া একটি চেটাল পায়ে ঢালিয়া দিতে হয় এবং উহা ঠাণ্ডা হইয়া জমিয়া একেবারে কঠিন হইবার পূর্বেই ব্লক বা টাইপ উহার উপর চাপিয়া ছাপ তুলিয়া লইতে হয়। কোন কোন স্থলে প্লাষ্টার-অফ-প্যারিস (Plaster of Paris) ও গলনক্ষম মিশ্র ধাতু (Fusible Alloy) দ্বারা ছাঁচ প্রস্তুত হইয়া থাকে। ছাঁচ প্রস্তুত হইলে ঐ ছাঁচকে পরিচালকে পরিণত করিতে হয়, ভাঙিয়া ঐ ছাঁচের উপর অচাক্র ভাবে গ্রাফাইট (Graphite) চূর্ণ মাখাইয়া দিতে হয়। এই ছাঁচটিকে  $Cu SO_4$  ভণ্টামিটারে ক্যাথোড ভাবে ব্যবহার করিতে হয় ও এনোডটি একটি জামান পাতের করিয়া আইয়ারী বা

সেকেন্ডারী সেল বা ব্যাটারি দ্বারা কিংবা ডাইনামো কারেন্ট ডারনামো হইতে প্রবাহ দিতে হয়।  $\text{CuSO}_4$  বা তুঁড়ের ত্রাণ সলিউশান ব্যবহার করিতে হয়। কার্যকালে যেমন যেমন  $\text{CuSO}_4$  বিলিট হইয়া  $\text{Cu}$  (তামা) ক্যাথোডে বা ছাঁচের উপর পড়িতে থাকে  $\text{SO}_4$  এনোডে অর্থাৎ তামার পাতের উপর পড়িয়া তাহার সহিত মিশিয়া  $\text{CuSO}_4$  উৎপন্ন করে। সুতরাং  $\text{CuSO}_4$  জলের তেজ নষ্ট হয় না।

১৮ চিত্রে কার্যপ্রকরণ দেখান হইয়াছে।  $\text{CuSO}_4$  এর জল ধারণকারী পাত্রটি কাঁচ পরিবেষ্টিত কাঁচ, স্টেটপাথর বা রবার দ্বারা প্রস্তুত। এই পাত্রটির উপরে আড়াআড়ি ভাবে দুইটি তাম্রদণ্ড আছে (A ও B), এই দণ্ড দুইটি সেলের বা ব্যাটারির নেগেটিভ ও পজিটিভ পোলের সহিত তার দ্বারা সংযুক্ত। ছাঁচটি (m) B হইতে ও তামার পাতটি (Cu) A হইতে  $\text{CuSO}_4$  জলের মধ্যনিমজ্জিত।



চিত্র—১৮

ছাঁচের উপর ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা পাতসা ভাবে তামা জমান যায় ও এই তামাকে ছাঁচ হইতে খুলিয়া লইয়া ইহার মধ্যে গলিত টাইপমেটাল (যে খাতু দিয়া টাইপ প্রস্তুত হয়) দিয়া ইহাকে শক্ত করা যায়।

খোদিত কাঠাদি হইতে ইলেকট্রোটাইপ করিবার উদ্দেশ্য এই যে প্রয়োজন মত এই উপায়ে অনেকগুলি একই রূপ প্রতিকৃত পাওয়া যায় এবং ইহাদিগের দ্বারা বই সহস্র কপি ছাপা চলে।

৫। ইলেকট্রোপ্লেটিং—বিভিন্ন উদ্দেশ্য সাধনার্থে ইলেকট্রোলিসিস দ্বারা একপ্রকার খাতুর উপর ভিন্ন প্রকার খাতু জমান হয়, ইহাকে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলে। যথা—পিন্ডল গহনাদিতে সোণা ধরাইয়া সোণার মত করা হয়, লৌহকে নিকেল ধরান হয়, বাহাতে লৌহে মরিচা না পড়ে, ইত্যাদি।

১। গিল্ডিং (Gilding) বা গিল্টি করা—

ইহার দ্বারা সস্তার খাতুর উপর সোণা ধরাইয়া সোণার মত করা হয়। ইহাতে যে সলিউশান ব্যবহার করা হয় তাহাতে ওজনে

$\text{AuCl}_3$ , (গোল্ড ক্লোরাইড Gold Chloride) ..... ১ ভাগ

$\text{KC N}$  (পোটাসিয়াম সাইয়ানাইড Potassium Cyanide) উগ্রবিষ ১০ ..

জল.....২০০ ভাগ থাকে।

যে ধাতুটির উপর সোণা ধরাইতে হইবে তাহাকে নেগেটিভের সহিত সংযুক্ত করিয়া নেগেটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে এবং একটি সোণার পাতকে ( Gold Sheet ) পজিটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে বাহ্যতে কাষ্যকালে  $AuCl_3$  ভগ্ন হইয়া  $Au$  (সোণা) নেগেটিভে ধাতুটির উপর জমিতে থাকিলে  $Cl_2$  ( ক্লোরিন ) পজিটিভে সোণার পাতের উপর পড়িয়া  $AuCl_3$  উৎপন্ন করে ও এই ভাবে সলিউশনের তেজ বজায় রাখে। সুতরাং দেখা যাইবে যে পজিটিভে সোণার পাতটি ক্রমশঃই ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকে ও নেগেটিভে ধাতুটির উপর সোণা জমিতে থাকে।

সিলভারিং ( Silvering ) :—ইহার দ্বারা সম্ভার ধাতুর উপর রূপা ধরাইয়া তাহাকে রূপার মত করা হয়। ইহাতে যে সলিউশান ব্যবহার হয় তাহাতে ওজন—

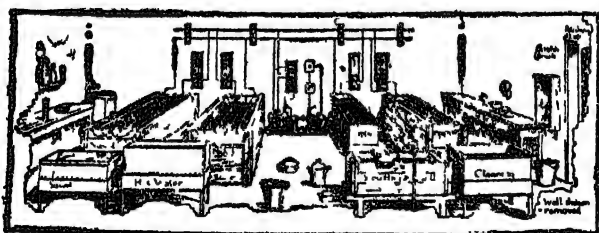
$Ag (CN)_2$  ( সিলভার সায়ানাইড Silver Cyanide ) ১ ভাগ

$KCN$  (পোটাসিয়াম সায়ানাইড) ... .. ১ "

জল ... .. ১২৫ "

ও কেঁটা করেক কার্বন বাই-সালফাইড  $C S_2$  থাকে।

যে ধাতুটির উপর রূপা ধরাইতে হইবে তাহাকে নেগেটিভের সহিত সংযুক্ত করিয়া নেগেটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে এবং একটি রূপার পাতকে ( Silver sheet )



চিত্র—১৫২

পজিটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে বাহ্যতে কাষ্যকালে  $Ag (CN)_2$  উৎপন্ন করিতে থাকে ও এই ভাবে সলিউশনের তেজ বজায় রাখে। সুতরাং দেখা যাইবে যে পজিটিভে রূপার পাতটি ক্রমশঃই ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকে ও নেগেটিভে ধাতুটির উপর রূপা জমিতে থাকে। উল্লিখিত উক্তর প্রণালীতেই যে : ধাতুর উপর সোণা বা রূপা ধরাইতে হইবে তাহাকে ভালরূপে পরিষ্কার করিতে হইবে। তজ্জন্ত ইহাকে (১) তৈলময় পদার্থ দ্বারা

করিবার জন্য পাতলা কটিক সোডার ( $\text{Na OH}$ ) জলে ফুটাইতে হইবে, (২) জল দিয়া ধুইতে হইবে, (৩) মরিচা নষ্ট করিবার জন্য কণেকের জন্য জল মিশ্রিত নাইট্রিক এসিডে ( $\text{H NO}_3$ ) ডুবাইয়া রাখিতে হইবে, (৪) কঠিন ব্লক দ্বারা ব্লক করিতে হইবে, এবং (৫) নিম্নলি জলে ধুইয়া লইতে হইবে।

স্মরণ রাখিতে হইবে যে ইলেকট্রো টাইপ বা ইলেকট্রোপ্লেট করিতে হইলে— সলিউশান হইতে নিজস্ব খাতব পদার্থে পজিটিভ চার্জ খাকা হেতু উহা নেগেটিভ ইলেকট্রোডে পড়ে বলিয়া যে বস্তুতে ঐ নিজস্ব খাতব ধবাইতে হইবে তাহাকে নেগেটিভ তারের সহিত সংযুক্ত করিয়া সলিউশানের মধ্যে নেগেটিভ ইলেকট্রোডে পরিণত করিতে হইবে এবং সলিউশানের তেজ বজায় রাখিবার জন্য যে খাতব ধরান হইবে সেই খাতব একটি পাত বা দণ্ডকে সলিউশানের মধ্যে পজিটিভ ইলেকট্রোড করিতে হইবে।

১৫৯ চিত্রে একটি ইলেকট্রোপ্লেটিং প্লান্ট দর্শিত হইয়াছে।

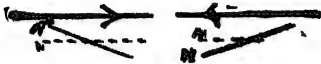
দ্রষ্টব্য :—পূর্বেই বলা হইয়াছে নির্মল জল অপরিচালক বলিয়া উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে না। উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহাইতে হইলে উহাতে কোনও লবণ বা এসিড মিশ্রিত করিতে হয়। লবণ বা এসিড মিশ্রিত জলের মধ্যে পজিটিভ ও নেগেটিভ ইলেকট্রোডদ্বয়কে নিমজ্জিত করিলামাত্র ঐ লবণ বা এসিড পদার্থের বিশ্লেষণ আরম্ভ হয়। কিন্তু কিঞ্চিৎ বিশ্লেষণ ঘটিলেই ঐ বিলিষ্ট উপাদানগুলি পুনর্মিলনের চেষ্টা করে। যেমন কোন বস্তুকে বল প্রয়োগ দ্বারা উপরে উঠান যায়, কিন্তু কিঞ্চিৎ উত্থিত হইলেই বস্তুটি নিম্নদিকে নামিবার চেষ্টা করে ও নিম্নদিকে চাপ দেয় ঠিক সেইরূপ কিঞ্চিৎ বিশ্লেষণ হইবামাত্র বিলিষ্ট উপাদানগুলি পুনর্মিলিত হইবার চেষ্টা করে এবং এই পুনর্মিলনের চেষ্টার দরুন প্রযুক্ত ভোল্টেজের বিপরীত দিকে ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়। ইহাকে ইলেকট্রোলিসিসের ব্যাক ই, এম, এফ, বলে। এই পুনর্মিলনের চেষ্টাকে অতিক্রম করিয়া বিশ্লেষণ ক্রমা চালাইতে হইলে প্রযুক্ত ভোল্টেজ ব্যাক হ, এম, এফ, অপেক্ষা অধিক হওয়া প্রয়োজন। বিশ্লেষণ হইবার পূর্বে প্রযুক্ত ভোল্টেজ ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া, বহমান প্রবাহের ভোল্টেজ, কিন্তু বিশ্লেষণ ঘটাবার পরে প্রযুক্ত ভোল্টেজ হইতে ব্যাক ই, এম, এফ, বাদ দিলে যে পরিমাণ ভোল্টেজ থাকে তাহাই তখন ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহের ভোল্টেজ। যথা :—যদি প্রযুক্ত চাপ হয় ৬ ভোল্ট, তাহা হইলে প্রথমে যে প্রবাহ বহে তাহার ভোল্টেজ ৬ ভোল্ট। প্রবাহ কিয়ৎকণ বাহিয়া কিঞ্চিৎ বিশ্লেষণ ঘটিলেই যদি পুনর্মিলনের নিমিত্ত ব্যাক ই, এম, এফ, হয় ৪ ভোল্ট, তাহা হইলে তখন ইলেকট্রোলাইটের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহের ভোল্টেজ ৬ - ৪ = ২ ভোল্ট মাত্র।

## দশম পরিচয় ।

### প্রবাহের ফল ( Effect of Current )

#### ৩। চুম্বক ফল ( Magnetic Effect )

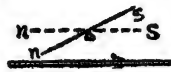
যদি একটি প্রবাহ বহনকারী তারকে একটি স্থচ চুম্বকের উপর ধরা যায় তাহা হইলে দেখা যায় যে স্থচ চুম্বকটি ঘুরিয়া প্রবাহের সহিত সমকোণ



চিত্র—১৬০



চিত্র—১৬১



চিত্র—১৬২



চিত্র—১৬৩

করিতে চেষ্টা করে। স্থচ-চুম্বকটিকে খাড়া দণ্ডে খাটাইয়া তারটিকে একবার তাহার উপরে, পরে তাহার নীচে এবং আবার উল্টা করিয়া তাহার উপরে নীচে ধরিলে নিম্নলিখিত ফলগুলি স্ফুট হয়।

তারের (প্রবাহের) স্থান	প্রবাহের দিক	N—মেরুর ঘূর্ণন	চিত্র
স্থচের উপরে	উত্তর হইতে দক্ষিণ	পূর্বদিকে	১৬০
"	দক্ষিণ হইতে উত্তর	পশ্চিমদিকে	১৬১
স্থচের নিম্নে	উত্তর হইতে দক্ষিণ	পশ্চিমদিকে	১৬২
"	দক্ষিণ হইতে উত্তর	পূর্বদিকে	১৬৩

এই ফলগুলি হইতে চুম্বকের ঘূর্ণন সম্বন্ধে নিম্ন লিখিত নিয়মটি পাওয়া যায়। ইহা আম্পেরার কড়ক প্রদত্ত হইয়াছিল বলিয়া ইহাকে আম্পেরার নিয়ম (Ampere's Rule) বা সজ্বরণকারীর নিয়ম (Swimming man's rule) বলে (চিত্র—১৬৪)।

আমপেরার নিয়ম (Ampere's Rule) — “তারের উপর দিয়া চুম্বকের দিকে মুখ রাখিয়া প্রবাহের দিকে (অনুভূত) সম্ভরণকারীর বাম



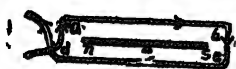
চিত্র—১৩৪

হস্তের দিকে N মেরু (ডান হস্তের দিকে S মেরু) ঘুরিয়া যায়।” এই নিয়ম অনুসারে তারের যে কোন অবস্থায় চুম্বকের ঘূর্ণনের দিক নির্দ্ধারিত হয়।

আবার এই নিয়মের সাহায্যে চুম্বকের ঘূর্ণনের দিক লক্ষ্য করিয়া কোন তারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যাইতে পারে। যথা—

সেলের মধ্যে প্রবাহের দিগ্‌নির্ণয় :—একটি সেলের পোলদ্বয়কে একরূপভাবে লম্বা বক্র তার দ্বারা সংযোগ করিয়া লওয়া হউক যেন চুম্বক সূত্রের উপর ঐ তারের কোনরূপ ফলাফল না থাকে। এখন ঐ সেলকে তুলিয়া উহার পজিটিভ টার্মিনালকে উত্তর দিকে ও নেগেটিভ টার্মিনালকে দক্ষিণ দিকে রাখিয়া দেও খাটান চুম্বকের উপর ধরিলে উহার N মেরু পশ্চিম দিকে ও S মেরু পূর্বদিকে ঘুরিয়া যায় এবং সেলটিকে ঘুরাইয়া উহার নেগেটিভ টার্মিনালকে উত্তর দিকে ও পজিটিভ টার্মিনালকে দক্ষিণ দিকে রাখিয়া চুম্বকের উপর ধরিলে উহার N মেরু পূর্বদিকে ও S মেরু পশ্চিমদিকে ঘুরিয়া যায়। ইহা হইতে প্রমাণ হইতেছে (১) বাহিরে প্রবাহের সময় সেলের তরল পদার্থের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং সেলের মধ্যস্থ এই প্রবাহ নেগেটিভ হইতে পজিটিভে যায়।

১৩৫ চিত্র হইতে আমপেরার নিয়ম অনুযায়ী স্পষ্টই দেখা যায় যে একটি তারকে চুম্বকের চতুর্দিকে পাকাইয়া দিলে প্রবাহ বহিবার সময়



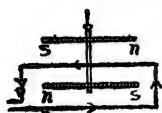
চিত্র—১৩৫

ঐ তারের উপরের অংশ, নীচের অংশ ও দুই পার্শ্বের দুইটি অংশ এই চারি অংশই চুম্বকের

উপর একরূপ ফল উৎপাদন করে। এবং তারটিকে একরূপভাবে একই দিকে যতবার পাকাইয়া দেওয়া যাইবে,



প্রত্যেক পাকটিই চুম্বকের উপর একরূপ ফল উৎপাদন করিবে। সুতরাং সমস্ত পাকগুলির সমগ্র ফল পাকের সংখ্যা অনুপাতে বাড়িয়া যাইবে। চুম্বকের উপর প্রবাহের ফল পরিমাণ প্রবাহের বেগ অনুসারে হয়, অর্থাৎ বেগ যতগুলি অধিক হইবে ফলের পরিমাণও ততগুলি অধিক হইবে। এখন যদি একটি মাত্র চুম্বক সূচ ব্যবহার না করিয়া এষ্টাটিক পেয়ার ব্যবহার করা যায় তাহা হইলে ঘূর্ণিবার সময় পৃথিবী তাহাদের ঘূর্ণনে কোনরূপ বাধা দিবে না, সুতরাং প্রবাহ হেতু যতটা পরিমাণ ঘূর্ণন হইতে পারে তাহা হইবে। তবে এষ্টাটিক পেয়ারের দুইটি চুম্বকেই কয়েলের মধ্যে রাখিলে কোনরূপ ফল দেখিতে পাওয়া যাইবে না, কারণ একটি চুম্বকের উপর যে ফল হইবে, অপরটির উপর ঠিক তাহার সমপরিমাণ বিপরীত ফল হইবে, সুতরাং এই দুইটিতে কাটিয়া যাইবে। সেইজন্য এই পেয়ারের একটি চুম্বকে কয়েলের মধ্যে ও অপরটিকে কয়েলের বাহিরে রাখিয়া স্থাপন করিতে হয় (চিত্র ১৬৬)। ইহাতে কয়েলের প্রত্যেক অংশের



ফল মধ্যস্থিত চুম্বকের উপর একইরূপ এবং উপরিস্থ বাহিরের চুম্বকের উপর কয়েলের উপাদিকের তারগুলির ফল পূর্বফলেরই মত, কেবলমাত্র কয়েলের

চিত্র—১৬৬ স্নিগ্ধিকের তারগুলির ফল এই চুম্বকের উপর পূর্বফলের বিপরীত, কিন্তু তাহাও আবার এই তারগুলি ঐ চুম্বক হইতে সর্ক্যপেক্ষা অধিক দূরে স্থিত বলিয়া পরিমাণে অতি অল্প। সুতরাং পূর্বফলটিই পরিলক্ষিত হইবে।

প্রবাহ দ্বারা চুম্বকের ঘূর্ণন—এই ফলটি গ্যালভানোমিটার (Galvanometer) প্রভৃতি কতিপয় যন্ত্রে প্রবাহের বেগ প্রভৃতি মাপিবার জন্য ব্যবহার হয়।

প্রবাহের চুম্বক রাজ্য (Magnetic field of a Current) :—এখন দেখা যাউক প্রবাহের চুম্বক রাজ্য কিরূপ হয়।

১। প্রবাহবাহী একটি তারকে লৌহচূরের মধ্যে রাখিয়া তুলিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে তারের গায়ে চতুর্দিকে লৌহচূর আকৃষ্ট হইয়া জড়াইয়া থাকে, ঠিক যেন তাহার চুম্বক কণিক আকৃষ্ট হইয়া আছে। এবং ঐ



চিত্র—১৬৭

তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিয়া দিলে আকৃষ্ট লৌহচূরগুলি তার হইতে খসিয়া পড়িয়া যায়, চিত্র ১৬৭।

২। একটি পিজবোর্ডের মধ্যস্থলে ছিদ্র করিয়া একটি তার চালাইয়া দিয়া, ঐ পিজবোর্ডের উপর কিছু লৌহচূর সমভাবে ছড়াইয়া দিয়া ঐ তারটির উপরদিক ও নীচের দিক সেলের সহিত

সংযুক্ত করিয়া তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইলে এবং তলদেশ হইতে পিজবোর্ডে আস্তে আস্তে

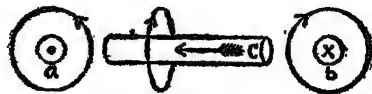


টোকা মারিলে দেখা যাইবে লৌহচূরগুলি

চিত্র—১৬৮

তারের চতুর্দিকে এক-কেন্দ্র বৃত্তাকারে সজ্জিত হইয়া যায়। এই বৃত্তগুলি চুম্বক বলরেখা নির্দেশ করিতেছে, চিত্র ১৬৮।

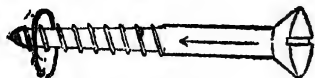
উল্লিখিত পরখণ্ড হইতে প্রমাণ হয়, প্রবাহ বহনকারী তারের চতুর্দিকে চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয়। এই চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয় বলিয়া পিজবোর্ডে স্থিত লৌহচূরগুলি এই চুম্বক রাজ্যে থাকা হেতু চুম্বকে সম্ভাবিত হয়। এই সম্ভাবিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র চুম্বকগুলি বৃত্তাকার বলরেখায় “স্পর্শ-জ্যা” (Tangent) ভাবে সজ্জিত হয়। এবং আমপেয়ারের নিয়মানুযায়ী যদি কোন সম্ভব-রণকারীকে এই সম্ভাবিত চুম্বকের দিকে মুখ করিয়া



চিত্র—১৬৯

প্রবাহের দিকে সাতার দিতে অনুমান করা যায় তাহা হইলে N-মেরু তাহার বামহস্তের দিকে যাইবে—ইহা হইতে বলরেখার দিক নির্ধারণ করা যায়। অতএব একটু চিন্তা করিলেই ইহা হইতে এই নিয়ম

দেখা যাইবে—“যদি প্রবাহ আমাদের নিকট হইতে বহিয়া সম্মুখ দিকে অগ্রসর হইতে থাকে তাহার চুম্বক রাজ্যে N-মেরু ঘড়ির কাঁটা ঘূর্ণনের দিকে বা S মেরু ঘড়ির কাঁটা ঘূর্ণনের বিপরীত দিকে ( Anti-clockwise ) ঘুরিবে, চিত্র—১৬৯।



চিত্র—১৭০

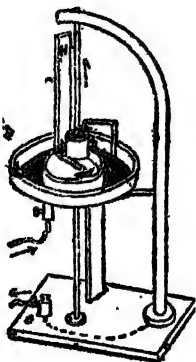
অর্থাৎ “বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকে একটি ডাहिনা জুকে ( Right-handed screw ) চালাইতে হইলে বুঝানুষ্ঠ যেদিকে ঘোরে N-মেরু সেই দিকে ঘুরিবে, চিত্র—১৭০।

জটব্য :—দর্শকের দিক হইতে সম্মুখদিকে বহিয়া বাইতে থাকিলে তার দ্বারা নির্দিষ্ট প্রবাহের পশ্চাত্তাপ দৃষ্ট হয় বলিয়া উহা X দ্বারা এবং দর্শকের দিকে প্রবাহ আসিতে থাকিলে প্রবাহ নির্দেশক তারের মুখটা দৃষ্ট হয় বলিয়া ইহা O দ্বারা দর্শিত হয়।



চিত্র—১৭১

উপরে বলা হইল যে একটি চুম্বক মেরু প্রবাহবাহী তারের চতুর্দিকে ঘুরিতে থাকে কিন্তু কাথ্যতঃ দেখা যায় যে একটি চুম্বক সূচ প্রবাহের চতুর্দিকে ঘুরিতে থাকে না, কেবল মাত্র একটু ঘুরিয়া প্রবাহের আড়াআড়ি ভাবে দাঁড়াইয়া থাকিবার চেষ্টা করে। তাহার কারণ এই যে এক মেরু বিশিষ্ট চুম্বক হয় না, চুম্বক সূচের দুই দিকে দুইটি বিভিন্ন মেরু আছে, সুতরাং একটি মেরু যদি ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিতে চেষ্টা করে, অপরটি তাহার বিপরীত দিকে ঘুরিতে চেষ্টা করিবে, অতএব কলে কেহই তারের চতুর্দিকে ঘুরিতে পারিবে না, কেবলমাত্র চুম্বকটি আড়াআড়ি দিকে একটু ঘুরিয়া দাঁড়াইয়া যাইবে। কিন্তু যদি এক মেরু-বিশিষ্ট চুম্বক পাওয়া যায় অর্থাৎ চুম্বকের একটি মেরুকে প্রবাহোক্ত চুম্বক রাজ্যে রাখা হয় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে



চিত্র—১৭২

চুম্বক মেরুটি প্রবাহের চতুর্দিকে উল্লিখিত নিয়মানুযায়ী ঘুরিতে থাকিবে। ১৭২ চিত্রে দর্শিত ভাবে একটি চুম্বক Nকে রাখিলে বাকিরা একটি তারের সরু মুখের উপর

খাটান হইয়াছে। উক্ত টার্মিনাল দিয়া প্রবাহ আসিয়া গোলাকার পারদপাত্রে বাইরা এই চুম্বকে রক্ষিত ক্ষুদ্র পারদ পাত্রে পৌঁছিতেছে ও তথা হইতে উপরের তার দিয়া বাহির হইয়া বাইতেছে। অতএব চুম্বকের উপর মেরুটা (N) প্রবাহের চুম্বক রাজ্যে আছে ও নিম্ন মেরুটা চুম্বক রাজ্যের বাঁহরে। ইহাতে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে চুম্বকটি ঘুরিতে থাকিবে। এখানে উপর ইহতে চুম্বককে এন্টিক্লকওয়াইজ ঘুরিতে দৃষ্ট হইবে।

গোলাকারে ২৮

তারের মধ্য দিয়া প্রবাহের চুম্বক রাজ্য (Field due to Circular current)



—একটি তারকে গোল করিয়া

চিত্র—১৭৩

বাঁকাইয়া তাহার মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইলে যেসকল চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয় তাহা ১৭৩ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহাতে দোঁধিতে পাওয়া যাইবে যে, তারের নিকটে বলরেখাগুলি বৃত্তাকার ও পাকের মধ্যস্থলের নিকটে বলরেখাগুলি পাকের তলে লম্বভাবে পড়িতেছে।

চিত্র ১৭৪ হইতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে বলরেখাগুলি যেন পাকের মধ্য দিয়া একদিক হইতে অপর দিকে যাইতেছে।

ডাঃ হিনা ক্রু নিয়ম<sup>১</sup> অনুসারে একটু চিন্তা করিয়া দেখিলে

দেখা যাইবে যদি করণের দিকে তাকাইলে উহার প্রবাহ চিত্র—১৭৪

ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিতে দৃষ্ট হয়, চিত্র ১৭৫, তাহা হইলে পাকের যে দিকটি সম্মুখদিকে থাকে তাহার উপর বলরেখাগুলি গিয়া

পড়িতেছে ও পাকের যে দিকটি পশ্চাতে আছে তাহা দিয়া বলরেখাগুলি নির্গত হইয়া যাইতেছে। অর্থাৎ পাকের

যে দিকটি সম্মুখদিকে থাকে তাহা যেন S-মেরু ও যাহা

পশ্চাতে থাকে তাহা যেন N-মেরু। সুতরাং এই পাকটি চিত্র—১৭৫

একটি পাতলা চুম্বকের (Shell magnet) সামিল বাহার সম্মুখ

১৭৩

১৭৪



চিত্র—১৭৫

মুখে একটি মেরু ও পশ্চাৎ মুখে বিপরীত মেরু এবং এই চুম্বকের দৈর্ঘ্য তারের স্থূলতার সহিত সমান। আর যদি প্রবাহ ঘড়ির কাঁটার

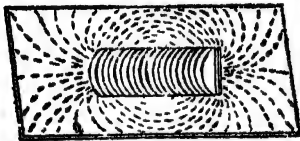


বিপরীত দিকে ঘুরিতে দৃষ্ট হয়, (চিত্র ১৭৬, ১৭৭) তাহা হইলে পাকটি একটি পাতলা চুম্বকের সামিল যাহার সমুপ মুখ N-মেরু ও

চিত্র—১৭৬ চিত্র—১৭৭ পশ্চাৎ মুখ S-মেরু।

**কয়েল ( Coil ) বা সলিনয়েডের ( Solenoid )**

**চুম্বক ক্রিয়া :-** কতকগুলি পাক একসঙ্গে পর পর থাকিলে তাহাকে কয়েল বলে, এই কয়েলের তারের প্রান্ত দুইটি কয়েলের মধ্য



চিত্র—১৭৮

দিয়া ফিরাইয়া লইয়া গিয়া মধ্যস্থান দিয়া বাহির করিয়া লইলে তাহাকে সলিনয়েড বলে।

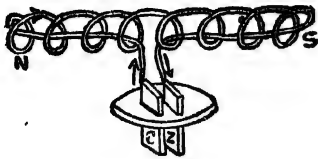
কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ দিলে

প্রত্যেক পাকটি পাতলা চুম্বকে পরি-

ণত হয়। এবং বেগেতু প্রত্যেক পাকের মধ্য দিয়া প্রবাহ একই দিকে বহিতেছে প্রত্যেক পাকের একই রূপ মেরুগুলি একদিকে ও বিপরীত মেরুগুলি অপরদিকে সৃষ্ট হয়, চিত্র ১৭৮। সুতরাং সমগ্র কয়েলটি এই পাতলা চুম্বকগুলির সমষ্টি, অর্থাৎ ইহা একটি দণ্ড চুম্বক ( bar magnet ) যাহার দৈর্ঘ্য কয়েলের দৈর্ঘ্যের সহিত সমান। অতএব এই কয়েলের চুম্বক রাজ্য দণ্ড চুম্বকের রাজ্যের মত। ইহা ১৭৮ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

**ভাসমান ব্যাটারি ( Floating battery )** আরা কয়েলের চুম্বকত্ব পরীক্ষা :- একটি সলিনয়েডের একটি শেষভাগ তামার পাত ও অপর শেষ ভাগটি দস্তার পাতের সহিত সংযুক্ত করিয়া, ঐ পাতদ্বয়কে একটি বড় শোণার মধ্য দিয়া প্রবেশ করাইয়া ইহাদিগকে ভাসমান করিয়া

একটি পাত্রে জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিডে ভাসাইলে দেখা যায় যে ইহা একপভাবে ঘুরিয়া যায় যে সলিনয়েডটি দণ্ডচুম্বকের মত উত্তর



চিত্র—১৭৯

দক্ষিণ দিক লইয়া অবস্থান করে।

এবং একটি চুম্বক মেরু কয়েলের

শেষদিকে লইয়া গেলে দেখা যায়

যে এক শেষভাগ আকৃষ্ট ও অপর

শেষভাগ নিক্ষেপিত হয়। ১৭৯ চিত্রে

তীরদ্বারা প্রবাহের দিক নির্দেশকরা হইয়াছে। ইহাতে আমপেরারের

নিয়মামুযায়ী বাম শেষভাগটি N মেরু ও ডাহিনা শেষভাগটি S মেরু

হয়। এবং পরীক্ষা করিলেই দেখা যাইবে যে বামশেষভাগটি N মেরু

দ্বারা ও ডাহিনা শেষভাগটি S মেরু দ্বারা নিক্ষিপ্ত হয়।

**বৈদ্যুতিক চুম্বক (Electromagnet) :—**প্রবাহবিশিষ্ট

চুম্বকরাজ্যোৎপাদক কয়েলের মধ্যে একটি লৌহকে বৈদ্যুতিক অসংযুক্ত

অবস্থায় রাখিলে লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয় এবং আমপেরারের নিয়ম অনুযায়ী

লৌহের দিকে মুখ রাখিয়া কয়েলের উপর দিয়া প্রবাহের দিকে সম্ভরণকারী

বামহস্তের দিকে N মেরু ও দক্ষিণ হস্তের দিকে S মেরু সৃষ্ট হয়,

(চিত্র—৫৩)। এই চুম্বকীভবনের অল্পমান এই যে কয়েলের মধ্য দিয়া

প্রবাহ যাইতে থাকিলে কয়েলটি একটি দণ্ডচুম্বকের স্তায় হয় ও কয়েলের

মধ্যে চুম্বকরাজ্য উৎপন্ন হয় অর্থাৎ বলরেখা সৃষ্ট হয়। এই চুম্বক রাজ্যের

বলরেখার সংখ্যা রাজ্যের মধ্যগের (অর্থাৎ বাহ্যার মধ্যে বলরেখা সৃষ্ট

হয়) উপর নির্ভর করে। যেমন অধিক বাধাপ্রদ পথে প্রবাহের তেজ

কম হয়, সেইরূপ বায়ু প্রভৃতি মধ্যগের মধ্যে বলরেখা যাতায়াতে অধিক

বাধা পায় বলিয়া অধিক পরিমাণে উৎপন্ন হইতে পারে না। কিন্তু লৌহ

প্রভৃতি চুম্বক পদার্থের মধ্য দিয়া যাতায়াতে বলরেখা অতি অল্প বাধা পায়

বলিয়া ইহাদের মধ্যে বলরেখা অত্যন্ত অধিক পরিমাণে উৎপন্ন হইতে

পারে। লৌহের এই গুণকে প্রেরণ-ক্ষমতা বা পারমিএবলিটি (Permeability) বলে। বায়ু সহিত তুলনায় সমবিস্তৃতির লৌহের মধ্যে যতগুণ বলরেখা উৎপন্ন হইতে পারে, তাহা'ক লৌহের প্রেরণ-ক্ষমতা বলে। অতএব দেখা যাইতেছে বায়ুর প্রেরণ-ক্ষমতা ১ ও অগ্নাত বস্তুর প্রেরণ-ক্ষমতা ইহার সহিত তুলনায় বাহির করা হয়। যে বস্তুর প্রেরণ-ক্ষমতা অধিক, কোন চুম্বকরাজ্যে তাহার মধ্যে অধিক সংখ্যক বলরেখা উৎপন্ন হয়, অর্থাৎ তাহা চুম্বকে পরিণত হয়। এই জ্ঞানই কয়েল উৎপন্ন রাজ্যে লৌহ রাখিলে লৌহটি চুম্বকে পরিণত হয়। লৌহের এই চুম্বকত্বের তেজ উহার প্রেরণ-ক্ষমতার উপর নির্ভর কবে। উহার প্রেরণ-ক্ষমতা যত অধিক হইবে উহা ততই তেজাল চুম্বক হইবে। আবার রাজ্যের তেজ কয়েলের পাক সংখ্যা ও তাহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহের বেগের উপর নির্ভর করে। সুতরাং বৈদ্যুতিক চুম্বক সম্বন্ধে নিম্নলিখিত নিয়মগুলি পাওয়া যায়।

১। বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ প্রবাহের বেগের অল্পপাতে হয় (যতক্ষণ লৌহটি সামান্য চুম্বক প্রাপ্ত হইয়াছে ও প্রবাহের তেজ কম ততক্ষণ এই নিয়মটি চলে)।

২। বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ পাকসংখ্যার অল্পপাতে হয় (এই নিয়মটি যতক্ষণ (ক) চুম্বকটি পূর্ণ প্রাপ্তি হইতে অনেক দূরে ও (খ) প্রবাহের বেগ একইরূপ অর্থাৎ পাকসংখ্যা বৃদ্ধি দ্বারা তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হেতু বাধা যদি না বাড়ে, ততক্ষণ চলে)।

উল্লিখিত নিয়মদ্বয়কে একত্র করিলে বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ আমপেয়ার-পাকের (Ampere turns) অল্পপাতে হয়। আমপেয়ার পাক বলিতে আমপেয়ার  $\times$  পাকসংখ্যা বুঝায়।

অতএব যদি চুম্বক মেরুর তেজ হয়  $m$ , প্রবাহ বেগ হয়  $C$  আমপেয়ার ও পাকসংখ্যা হয়  $n$ , তাহা হইলে :—

$$m = K \times Cn$$

$K$  = অপরিবর্তনীয় গুণক বাহ্য লৌহের আকৃতি প্রকৃতির ( অর্থাৎ প্রেরণ ক্ষমতা প্রকৃতির ) উপর নির্ভর করে ।

৩। “বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ কয়েলের তারের স্থলতা বা পদার্থের উপর নির্ভর করে না।”

৪। প্রবাহ বেগ ঠিক থাকিলে চুম্বকের তেজ কয়েলের ব্যাসের উপর নির্ভর করে না ( অবশ্য কয়েলের দৈর্ঘ্যের তুলনায় ব্যাস ছোট হওয়া চাই ও লৌহ যেন কয়েলের দৈর্ঘ্য অপেক্ষা বড় হয় বাহ্যতে উহার শেষভাগ কয়েল হইতে বাহির হইয়া থাকে ) ।

আমপেরারের চুম্বকত্বের অনুমান ( Am-  
pere's theory of magnetism ) :—দেখা গিয়াছে প্রবাহবাহী কয়েল সর্বতোভাবে একটি চুম্বকের মত । ইহা হইতে আমপেরার অনুমান করিয়া গিয়াছেন যে চুম্বকত্বের কারণ প্রবাহ । তাঁহার অনুমান অনুযায়ী চুম্বকের প্রত্যেক অল্পপরমাণুগুলির উপর দিয়া বৃত্তাকারে সর্বদা প্রবাহ বহিতেছে । চুম্বকীভবনের পূর্বে এই অল্পপরমাণুগুলি একরূপ বিশৃঙ্খল ভাবে সজ্জিত থাকে যে একের প্রবাহ অপরের বিপরীত প্রবাহ দ্বারা নষ্ট হইয়া যায়, সুতরাং সাধারণ লৌহে চুম্বকত্ব দৃষ্ট হয় না । কিন্তু যখন অল্পগুলি একরূপ ভাবে সজ্জিত হয় যে সকল বা অধিকাংশ অল্পগুলির প্রবাহ একই দিকে অর্থাৎ সমান্তরাল ভাবে বৃত্তাকারে বহিতে থাকে তখন লৌহের মধ্যে চুম্বকত্ব দৃষ্ট হয় । যত অধিক সংখ্যক অল্প এইরূপে একই ভাবে সজ্জিত হইবে, চুম্বকত্বের তেজ ততই অধিক হইবে অর্থাৎ লৌহটি ততই চুম্বকত্বের পূর্ণত্ব প্রাপ্ত হইবে । এখন এই পৃথক পৃথক অল্পগুলির উপর দিয়া প্রবাহিত বৃত্তাকার প্রবাহগুলিকে একত্র করিলে উহার লৌহ খণ্ডের উপর দিয়া প্রবাহিত বৃত্তাকার প্রবাহের সামিল ( চিত্র—৪৬, ৪৭ ) । যদিও এই চিত্রে দেখা যাইতেছে যে লৌহের উপর দিয়া প্রবাহ সর্বত্র একই দিকে



বহমান, তজাপি দুই প্রকার মেরু উৎপন্ন হয়, তাহার কারণ ঐ লৌহের এক শেষভাগ হইতে দেখিলে প্রবাহ যদি ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান দেখায়, অপর শেষভাগ হইতে উহা বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান দেখাইবে। সুতরাং যে শেষভাগ হইতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান দেখায় সেই শেষভাগে S-মেরু ও যে শেষভাগ হইতে প্রবাহকে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান দেখায় সেই ভাগে N-মেরু দৃষ্ট হয়।

( Paramagnetism and Diamagnetism ) :—খুব তেজাল বৈদ্যুতিক চুম্বক

সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া কারাডে সিদ্ধান্ত করিয়া গিয়াছেন যে প্রত্যেক বস্তুই উপর চুম্বকের কলাম্বল আছে। তিনি দুইটা মেরুর মধ্যে বস্তুকে ঝুলাইয়া দেখিয়াছেন যে কতকগুলি মেরুর দিকে ( axially ) অবস্থান করে, অর্থাৎ মেরু সংযোজক রেখার লম্বাংশে ভাবে অবস্থান করে ( চিত্র—১৮০ )।



চিত্র—১৮০



চিত্র—১৮১

এবং কতকগুলি বস্তু নিক্ষেপণ হেতু মেরু সংযোজক রেখার আড়াআড়ি ভাবে অবস্থান করে ( চিত্র—১৮১ )। ইহাদিগকে তিনি ডায়াম্যাগনেটিক বলিয়াছেন।

তরল পদার্থকে কাঁচের সরু নলের মধ্যে পুরিয়া ঐ নলকে মেরুদ্বয়ের মধ্যে ঝুলাইয়া দেখিয়াছেন যে প্রায় সকল পদার্থের নল মেরুদ্বয়ের দিক অবলম্বন করে। সুতরাং তরল পদার্থগুলি সাধারণতঃ প্যারাম্যাগনেটিক। কিন্তু রক্ত, জল ও এলকোহল প্রভৃতি কতিপয় তরল পদার্থের নল মেরু সংযোজক রেখার লম্বভাবে অবস্থান করে, অতএব উহার ডায়াম্যাগনেটিক।



চিত্র—১৮২-১৮৩

মেরুদ্বয়ের উপর স্থাপিত একটি ছোট ঘড়ির কাঁচের উপর তরল পদার্থ রাখিয়াও পরীক্ষা করা চলে। যদি তরল পদার্থটি ডায়াম্যাগনেটিক হয় তাহা হইলে নিক্ষেপণ হেতু মেরুদ্বয়ের মধ্যস্থলে উহা চুড়া হইয়া উঠিবে ( চিত্র—১৮৩ )। আর যদি উহা প্যারাম্যাগনেটিক হয় তাহা হইলে আকর্ষণ হেতু

উভয় মেরুর উপরেই চুড়া হইয়া উঠিবে ( চিত্র—১৮২ )। অবশ্য এগুলি এত অল্প ব্যতীত হয় যে তাহা সাধারণ চক্ষে নিরীক্ষণ করা দুঃসাধ্য। গ্যাস লইয়া পরীক্ষা করিয়া তিনি

ফ্রেমিয়ারের যে টেবল প্যারাম্যাগনেটিক হইলে অগ্নিশিখাবৎ উপর দিকে প্রসারিত হইয়া উঠে, আর ডায়াম্যাগনেটিক হইলে আড়াআড়ি দিকে প্রসারিত হয়। উভয় প্রকার চুম্বক বস্তুর তালিকা প্রদত্ত হইল।

প্যারাম্যাগনেটিক :—

লৌহ  
নিকেল  
কোবল্ট  
ম্যাঙ্গানিজ  
ফ্রেমিয়ার  
সিরিয়াম  
ল্যাটানাম  
অক্সিজেন

উক্ত ধাতুদিগের লবণ ও খনিজ পদার্থ

ডায়াম্যাগনেটিক :—

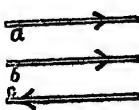
বিসমথ	সোণা
ফসফরাস	পদ্মক
এন্টিমনি	সিলিনিয়াম
পারদ	জল
দস্তা	এলকোহল
সীসা	বায়ু
তাম্র	হাইড্রোজেন
রূপা	

দ্রষ্টব্য :—ভারী বায়ুর মধ্যে যেমন হালকা গ্যাস পূর্ণ বেলুন উপরে উঠিয়া যায় সেইরূপ চুম্বক প্যারাম্যাগনেটিক মধ্যগের মধ্যে লঘু প্যারাম্যাগনেটিক দ্রব্য ঝুলাইলে তাহা ডায়াম্যাগনেটিক দ্রব্যের মত নিম্নগত হয়।

**প্রবাহের উপর প্রবাহের বা চুম্বকের ফল**

(Effect of current and magnet upon current)

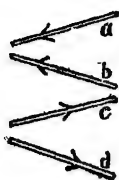
সমান্তরাল প্রবাহ (Parallel currents) :—একই দিকেবহমান দুই সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে আকর্ষণ ও বিপরীতদিকে বহমান দুই সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়। যথা ১৮৪ চিত্রে A ও B তারদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ হয়, কিন্তু B ও C বা A ও C তারদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ



হয়। এই আকর্ষণ বা নিক্ষেপণের কারণ এই প্রবাহ-বান্ তারগুলি পাডলা চুম্বকের ধারের মত। যখন প্রবাহ একইদিকে বহিতে থাকে তখন সম্মুখীন

চিত্র—১৮৪ মেরুদ্বয় বিপরীত সেইজন্য আকর্ষণ হয় ও যখন প্রবাহ বিপরীত দিকে বহিতে থাকে তখন সম্মুখীন মেরুদ্বয় অর্থাৎ সেইজন্য নিক্ষেপণ হয়।

কৌণিক প্রবাহ (Angular current) :—প্রবাহবাহী দুইটি তার যদি সমান্তরাল না হইয়া কিছু কোণ উৎপন্ন করে, তাহা হইলে উভয় তার দিয়াই যদি প্রবাহ শূন্যের দিকে অথবা শূন্য হইতে বহির্দিকে প্রবাহিত হয় তাহা হইলে তারদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ হয়। আর যদি একটিতে শূন্যেরদিকে প্রবাহ বহে ও অপরটিতে শূন্য হইতে বহির্দিকে



বহে, তাহা হইলে তারদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়। যথা ১৮৫ চিত্রে A ও B অথবা C ও D তারদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ হয় কিন্তু B ও C তারদ্বয়ের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়।

অতএব, যদি দুইটি তার পরস্পরকে অতিক্রম করে (চিত্র ১৮৬) এবং যদি তাহারা O বিন্দুতে ঘুরিতে সক্ষম

চিত্র—১৮৫



হয়, তাহা হইলে উল্লিখিত নিয়মানুযায়ী A O ও B O এর মধ্যে এবং A' O ও B' O এর মধ্যে আকর্ষণ এবং B O ও A' O এর মধ্যে নিক্ষেপণ হইবে। সুতরাং তার-

চিত্র—১৮৬ দ্বয় সমান্তরাল হইবার চেষ্টা করিবে।

ঠিক সেইরূপ যদি একটি প্রবাহ অপরের একদিকে পড়ে (চিত্র ১৮৭)

তাহা হইলে যেহেতু A O ও B এর মধ্যে আকর্ষণ এবং O A' ও B এর মধ্যে নিক্ষেপণ হয়, B চলনক্ষম হইলে উহা AA' এর সমান্তরাল হইবে।



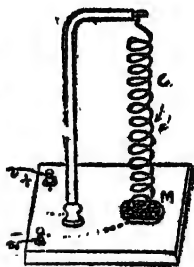
চিত্র—১৮৭

কম্পনশীল কয়েল

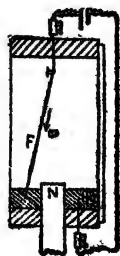
(Roget's vibrating spiral) :—সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে আকর্ষণ রগেটের কম্পনশীল কয়েল (চিত্র ১৮৮) দ্বারা দর্শিত হয়। এই চিত্রে C একটি তারের কয়েল। এই কয়েলটি একটি দণ্ড হইতে ঝুলিয়া M পাত্রের পারদকে স্পর্শ করিতেছে। দণ্ডটি ও পারদ পাত্রটি দুইটি

বন্ধন-কুর সহিত সংযুক্ত। বন্ধন-কুরকে ব্যাটারির পোলক্সের সহিত সংযুক্ত করিলে, কয়েলের মধ্য হইয়া পারদ পাত্র দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিবে। কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিলে কয়েলের বিভিন্ন পাকের তার গুলির মধ্যে আকর্ষণ হয়, কারণ প্রতি দুইটি করিয়া পাক ধরিলে দেখা যায় যে প্রবাহ সমান্তরাল ভাবে একই দিকে বহিতেছে। সুতরাং এই আকর্ষণ হেতু কয়েলটি সঙ্কুচিত হয় ও উহার পাকগুলি উপরদিকে উঠিয়া পড়ে, সুতরাং কয়েলের নিম্নশেষভাগটি পারদ পাত্র ছাড়িয়া যায়। তখন কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়, সুতরাং চিত্র—১৮৮

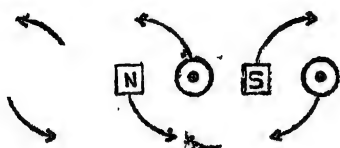
কয়েলটি পূর্ববৎ প্রসারিত হয় ও পুনরায় পারদ স্পর্শ করে। পারদ পাত্র স্পর্শ করিলেই আবার সঙ্কুচিত হয়, এইভাবে কয়েলটি একবার সঙ্কুচিত ও তৎক্ষণাৎ প্রসারিত হয়, অর্থাৎ ইহা যেন কাঁপিতে থাকে। সেইজন্য ইহাকে কম্পনশীল কয়েল বলে।



**প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল (Effect of magnet on current):**—চুম্বকের উপর প্রবাহের ফল দেখা গিয়াছে। তাহাতে যদি একটি তার দিয়া প্রবাহ আমাদের দিক হইতে বাহির দিকে বহিয়া যায় তাহা হইলে একটি N মেরু তারের চতুর্দিকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিবে। অর্থাৎ ডাহিনা ক্রমে প্রবাহের দিকে চম্বলাইতে হইলে ডান হাতের বুড়াসুঁচ যে দিকে ঘোরে N মেরু সেইদিকে ঘুরিবে কিন্তু যদি N মেরুটিকে আটক রাখিয়া তারটিকে চলনক্ষম করা যায় (চিত্র ১৮৯) তাহা হইলে ইহা অতি সহজেই বুঝিতে পারা যায় যে আমাদের দিক হইতে বহির্দিকে বহমান প্রবাহ বিশিষ্ট তার N মেরুর চতুর্দিকে ঘড়ির কাঁটার দিকে চিত্র—১৮৯



ঘুরিবে (চিত্র ১১০)। আর যদি মেরুটি N না হইয়া S হয়, তাহা হইলে  
এরূপ প্রবাহ বিশিষ্ট তার ঘড়ির কাঁটা ঘূর্ণনের বিপরীত দিকে ঘুরিবে  
(চিত্র ১১১) অথবা মেরুটিকে পরিবর্তিত না করিয়া যদি  
N মেরুই ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে বিপরীত প্রবাহ  
অর্থাৎ বাহির হইতে আমাদের দিকে আসিতেছে  
এরূপ প্রবাহ বিশিষ্ট তার ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে  
ঘুরিবে (চিত্র ১১২)। আর যদি বদলাইয়া S মেরু লওয়া  
চিত্র—১১০ হয় ও প্রবাহের দিক বদলাইয়া বাহির হইতে আমাদের দিকে



আসিতেছে এরূপ প্রবাহ  
বিশিষ্ট তার লওয়া হয়  
তাহা হইলে ঘূর্ণনের দিক  
পরিবর্তিত হইবে না, অর্থাৎ

চিত্র—১১১ চিত্র—১১২ চিত্র—১১৩ তারটি ঘড়ির কাঁটার দিকেই  
ঘুরিবে (চিত্র ১১৩)।

এখন যদি ঐ মেরুগুলির চুম্বক রাজ্য অনুমান করা যায় তাহা  
হইলে প্রতীয়মান হইবে যে তারটি যেন বলরেখাগুলিকে কাটিতেছে; এবং  
ঐ চিত্রগুলিকে লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে যে নিম্নলিখিত “বাম হস্ত  
নিয়ম পাওয়া যায়—

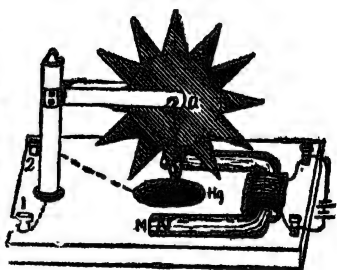
**বামহস্ত নিয়ম (Left hand rule) ;**—“বামহস্তের বুজাঙ্গুষ্ঠ  
ও প্রথম অঙ্গুলিকে লম্বভাবে সম্পূর্ণ প্রসারিত করিয়া দ্বিতীয় অঙ্গুলিকে  
ঐ অঙ্গুলিদ্বয়ে বা তালুদেশে লম্ব রাখিয়া প্রসারিত করিলে যদি প্রথম  
অঙ্গুলি (First finger) বলরেখার দিক ও দ্বিতীয় অঙ্গুলি প্রবাহের  
দিক নির্দেশ করে, তাহা হইলে বুজাঙ্গুষ্ঠ (Thumb) প্রবাহ বাহী-  
তারের গতির (Motion) দিক নির্দেশ করে, চিত্র—১১৪।

এখন যদি কোন চুম্বক রাজ্য থাকে ও তন্মধ্যে একটি প্রবাহ-

বাহী তারকে লইয়া আসা যায় তাহা হইলে তারটি এই বামহস্ত নিয়মালুযায়ী বলরেখাগুলিকে কাটিয়া চলিয়া যাইবে। প্রবাহের উপর চুম্বকের এই ফল বার্লোর চক্রে (Barlow's Wheel) ব্যবহার হইয়াছে।

\* বার্লোর চক্র (Barlow's Wheel) :—১২৫ চিত্রে বার্লোর চক্র দেখান হইয়াছে। ইহাতে M একটি অশুদ্ধী-কৃত বৈদ্যুতিক চুম্বক, এই চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে Hg একটি পারদ পাত্র ও a একটি দস্ত চক্র বাহা চিত্র—১২৪ এরূপ ভাবে দণ্ডের উপর খাটান যে ঘুরিবার সময় খাড়া অবস্থার দাঁত পারদ স্পর্শ করে। ১ ও ২ দুইটি বন্ধন স্ক্রু, ২ পারদ পাত্রের সহিত ও ১ চক্রের সহিত সংযুক্ত।

এখন যদি একটি ব্যাটারি হইতে দুইটি তার লইয়া ১ ও ২ এর সহিত সংযোগ করা হয় তাহা হইলে, চক্রটির যদি কোন দস্ত পারদ পাত্রকে স্পর্শ করিয়া থাকে, ব্যাটারি হইতে চক্রের পারদস্পর্শ দস্ত দিয়া, পারদ পাত্র দিয়া প্রবাহ

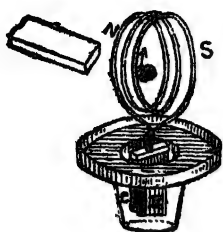


চিত্র—১২৫

বহিবে। এস্থলে যেহেতু মেরুদ্বয়ের মধ্যে বলরেখাগুলি ক্রু-সমান্তরাল ও প্রবাহ পারদস্পর্শি খাড়াদস্তের মধ্য দিয়া বাইতেছে, (সুতরাং বলরেখাগুলিতে লম্বভাবে আছে) প্রবাহ বহনকারী দস্তটি বলরেখা ও প্রবাহ এই দুইটিতে লম্বভাবে চালিত হইবে, অর্থাৎ বামহস্ত নিয়ম অনুযায়ী কোন একটি নির্দিষ্ট দিকে চালিত হইবে। একটি দাঁত পারদ পাত্র ছাড়িয়া গেলে প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায় বটে, কিন্তু পরক্ষণেই পরবর্তী দস্তটি আসিয়া পারদ পাত্র স্পর্শ করে ও প্রবাহ বহিতে থাকে।

ও চক্রটি ঘুরিতে থাকে। এই ভাবে চুম্বক রাজ্য ও প্রবাহ দ্বারা পরিচালকের গতি পাওয়া যায়।

**ভাসমান ব্যাটারি:—**পূর্বে প্রবাহের চুম্বক গুণাবলী



দেখাইবার জন্য যে ভাসমান ব্যাটারির বিষয় লেখা হইয়াছে তাহাতে প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল দেখান হইয়াছে। সেখানে দেখা গিয়াছে যে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান প্রবাহ S মেরু দ্বারা নিষ্কিপ্ত ও N মেরুদ্বারা আকৃষ্ট হয় এবং বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান প্রবাহ S মেরু দ্বারা আকৃষ্ট ও N মেরু

দ্বারা নিষ্কিপ্ত হয় এবং এই ফলগুলি প্রবাহের চুম্বক গুণাবলী দ্বারা বুঝান হইয়াছে।

চিত্র—১২৬

১২৬ চিত্রে একটি রোধিত (Insulated) তারকে কয়েলের আকারে জড়াইয়া, উহার প্রান্তদ্বয়কে একটি বড় পোলার মধ্য দিয়া প্রবেশ করাইয়া একটি প্রান্ত হইতে একটি দস্তা পাত, অপরটি হইতে একটি কার্বনপ্রেট ঝুলাইয়া জলমিশ্রিত সালফিউরিক এসিডে ভাসাইয়া দিলে ভাসমান ব্যাটারি প্রস্তুত হইল। কয়েলটির নিকট একটি চুম্বক মেরু আনিলে দৃষ্ট হয় উহার এক মূখ নিষ্কিপ্ত হয়, অপর মূখ আকৃষ্ট হয়—সুতরাং ব্যাটারিটি ঘুরিয়া যায়। বৃত্তাকার প্রবাহের চুম্বক গুণাবলীর বিষয় চিন্তা করিলেই উক্ত চিত্র হইতে এই আকর্ষণ ও নিষ্কিপ্তের কারণ সহজেই বুঝিতে পারা যাইবে।

প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল অর্থাৎ চুম্বক রাজ্যে প্রবাহবাহী তারের চলন অথবা তাহার বিপরীত ফল অর্থাৎ প্রবাহবাহী তারের স্থিরবস্থা হেতু রাজ্যোৎপাদক চুম্বকের চলন মোটর নামক যন্ত্রে এবং কতকগুলি পরীক্ষক ও পরিমাপক যন্ত্রে ব্যবহৃত হয়। উহাদের পরিচয়গুলিতে ইহাদের পুনরুল্লেখ হইবে।

## একাদশ পরিচয় ।

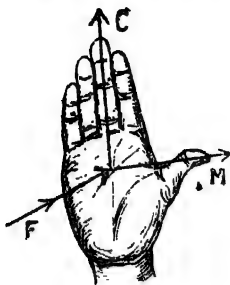
**সম্ভাবিত প্রবাহ ( Induced current ) :—**চুম্বক রাজ্যে একটি প্রবাহ বাহী পরিচালক বা তার থাকিলে তাহা চালিত হয়, অর্থাৎ বলরেখাকে কাটিতে থাকে এবং এই চলনের দিক বামহস্ত নিয়মাক্রমে পাওয়া যায়। এখন তাহার বিপরীত কল আলোচিত হইবে। চুম্বক রাজ্যে যদি একটি তার বা পরিচালক চলিতে থাকে বা বলরেখা কাটিতে থাকে তাহা হইলে কি ঘটিবে। চুম্বক রাজ্যে যদি একটি পরিচালক এক্রপভাবে চালিত হয় যে উহা বলরেখা কাটিতে থাকে, তাহা হইলে ঐ রাজ্যে ঐ পরিচালকের মধ্যে যে রূপ প্রবাহ হেতু পরিচালকটির এক্রপ চলন হয়, এক্রপ চলন হেতু পরিচালকের মধ্যে তাহার বিপরীত দিকে প্রবাহ সৃষ্ট হয়। অর্থাৎ পরিচালকটির মধ্যে এক্রপ দিকে প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে, এই উৎপন্ন প্রবাহ হেতু যেন পরিচালকটি বিপরীত দিকে চালিত হয়, অর্থাৎ এই উৎপন্ন প্রবাহ পরিচালকের গতি রোধ করিবার চেষ্টা করে। চুম্বক রাজ্যে পরিচালকের গতি হেতু এই সৃষ্ট প্রবাহকে সম্ভাবিত প্রবাহ বা “ইনডিউসড কারেন্ট” ( Induced current ) বলে। এই সম্ভাবিত প্রবাহের দিক দক্ষিণ হস্ত নিয়মাক্রমে হয়।

**দক্ষিণহস্ত নিয়ম ( Right hand rule ) :—**

(১) দক্ষিণহস্তের তালুদেশকে প্রসারিত করিয়া বৃদ্ধাঙ্গুলকে অগ্র অঙ্গুলিগুলিতে লম্ব রাখিয়া যদি তালুদেশকে বলরেখার সম্মুখে এক্রপ ভাবে ধরা যায় যে বলরেখাগুলি তালুদেশের উপর লম্বভাবে পতিত হয় ও বৃদ্ধাঙ্গুল পরিচালকের গতির দিক নির্দেশ করে, তাহা হইলে প্রবাহ অগ্র অঙ্গুলিগুলির দিকে হইবে ( চিত্র—১২৭ )।



(২) দক্ষিণ হস্তের বুজাঙ্গুষ্ঠ ও প্রথম অঙ্গুলিকে পরস্পরের সহিত লম্ব রাখিয়া সম্পূর্ণ প্রসারণ করতঃ দ্বিতীয় অঙ্গুলিকে তালুদেশের সহিত



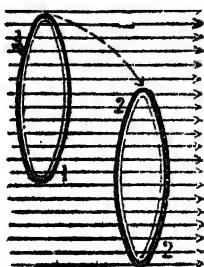
চিত্র—১১৭



চিত্র—১১৮

লম্বভাবে বাঁকাইলে—যদি প্রথম (First) অঙ্গুলি বলরেখার দিক (Field) ও বুজাঙ্গুষ্ঠ (Thumb) পরিচালকের গতির (Motion) দিক নির্দেশ করে, তাহা হইলে সম্ভাবিত প্রবাহ দ্বিতীয় অঙ্গুলির দিকে হইবে, চিত্র ১১৮।

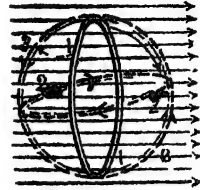
ফাঁসের মধ্যে সম্ভাবন :—এখন যদি তারটিকে বাঁকাইয়া একটি চতুষ্কোণ পাক বা ফাঁসে পরিণত করা যায় ও এই ফাঁসটিকে চুম্বক রাজ্যে (১১৯ চিত্রে) প্রদর্শিত ভাবে চালিত করা হয় তাহা হইলে দেখা



চিত্র—১১৯

যাইবে যে যদিও ফাঁসটি বলরেখা কাটিতেছে, উহার মধ্যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয় না। কিন্তু যদি ফাঁসটি ২০০ চিত্রে দর্শিত ভাবে ১—১ অবস্থায় হইতে ২—২ বা ৩—৩ অবস্থায় চালিত হয় তাহা হইলে উহার মধ্যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে ফাঁসের বেলায় উহার মধ্য দিয়া গমনকারী বল-রেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইলে উহার মধ্যে

প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। দক্ষিণ হস্ত নিয়ম অনুযায়ী এই সম্ভাবিত প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যাইতে পারে। একটু চিন্তা করিলে দেখা যাইবে যে ফাঁসটির ১—১ হইতে ৩—৩ অবস্থার ঘূর্ণনকালে ফাঁসের খড়া অংশ দ্বারা বলরেখা কর্তিত হয় কিন্তু ভূসমাস্তুরাল অংশদ্বয় দ্বারা বলরেখা কর্তিত হয় না। সুতরাং খাড়া অংশদ্বয়েরই মধ্যে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়, ভূসমাস্তুরাল অংশদ্বয় কেবল মাত্র তাহাদের পরিচালক সংযোজকের কার্য করে। আরও দৃষ্ট হইবে ঘূর্ণনকালে সম্মুখ ভাগের গতি যে দিকে হয়, পশ্চাত্তাগের গতি তাহার বিপরীত দিকে হয়, সুতরাং সম্মুখে চিত্র—২০০।

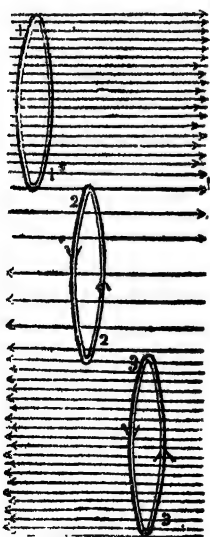


সম্ভাবিত প্রবাহের দিক যাহা হইবে, পশ্চাতে তাহার বিপরীত হইবে, অর্থাৎ সমস্ত ফাঁসটিকে অনুমান করিলে ফাঁসটির মধ্য দিয়া প্রবাহ একই দিকে ঘুরিবে। এই প্রবাহের দিকগুলি ফাঁসের গায়ে তীর দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। এখন যদি ফাঁসটি চতুষ্কোণ না হইয়া বৃত্তাকার হয় তাহা হইলেও উল্লিখিত যুক্তিই চলিবে, এবং এংস্ট্রাকার ফাঁসের ২০০ চিত্রে দর্শিত গতি জীবন হেতু কিরূপ প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে তাহা ঐ চিত্রগুলিতে দেখান হইয়াছে।

দ্রষ্টব্য :—কোন পরিচালক বলরেখা কাটিতে থাকিলেই বা কোন ফাঁসের মধ্য দিয়া গমনকারী বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইতে থাকিলেই যে প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে তাহা নহে। এ সময় পরিচালকের বা ফাঁসের শেষ ভাগদ্বয়ের মধ্যে ই, এম, এক, সম্ভাবিত হয় এবং যদি বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ পায় তবে প্রবাহ ঘটতে পারে, নচেৎ নহে। এবং যতক্ষণ ধরিয়া বলরেখা ছেদন বা বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তন হইতে থাকে ততক্ষণ ধরিয়া ই, এম, এক, সম্ভাবিত হয় ও বেদিকে ই, এম, এক, হয় সেই দিকে প্রবাহ পাওয়া যাইতে পারে, পরে আর ই, এম, এক, বা প্রবাহ থাকে না।

অন্ত আর একটি নিয়ম দ্বারা এই সম্ভাবিত প্রবাহের দিক নির্ণয় করা যায়,—যখন তারের পাক বা ফাঁসের মধ্য দিয়া গমনকারী বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইতে থাকে তখন উহার মধ্যে এরূপ দিকে ই, এম, এক,

ও সম্পূর্ণ পথ হইলে প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে, ঐ প্রবাহ হেতু ফাঁসটি এক্রপ পাতলা চুম্বকের সামিল হইবে যে, ইহার বলরেখা দ্বারা ফাঁসের মধ্যে বলরেখার পরিবর্তন সংশোধিত হইয়া যেন ফাঁসের মধ্যে রাজ্যের পূর্কীবস্থা বজায় থাকে। অর্থাৎ যদি ফাঁসের মধ্যদিয়া কোনরূপ বলরেখার সংখ্যা বাড়িতে থাকে তাহা হইলে তারের মধ্যে এক্রপ দিকে ই, এম, এফ, ও প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে ঐ প্রবাহ হেতু পাতলা চুম্বকের সামিল ফাঁসটির বলরেখা পরিবর্তনশীল বলরেখার বিপরীত হইবে এবং যদি বলরেখার সংখ্যা কমিতে থাকে তাহা হইলে এক্রপ দিকে প্রবাহ উৎপন্ন হইবে যেন উহা একইরূপ বলরেখা উৎপন্ন করে ও এইভাবে ফাঁসের মধ্যে সম্ভাবনের পূর্বে যে অবস্থা ছিল পরেও সেই অবস্থা



চিত্র-২০১

রাখিবার চেষ্টা করে। ইহা হইতে ফাঁসের মধ্যে রাজ্যের অবস্থান্তর ঘটিবার অক্ষমতা প্রকাশ পাইতেছে, সেইজন্য ইহাকে “বৈদ্যুতিক জড়তা” (Electrical Inertia) বলে।

দ্রষ্টব্য :- ফাঁসের মধ্যে সম্ভাবন হইতে হইলে রাজ্যের মধ্যে উহাকে যে ঘুরিতেই হইবে তাহা নহে, উহার গতি যেকোনই হউক না কেন, যদি ঐ গতি দ্বারা উহার মধ্য দিয়া গমনকারী বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হয় তাহা হইলেই উহাতে সম্ভাবন সম্ভব। ১৯৯ চিত্রে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে সর্বত্র সমভেদ রাজ্যে এক্রপ গতি দ্বারা ফাঁসের মধ্য দিয়া বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হয় না, সেই জন্যই সম্ভাবন হয় নাই। কিন্তু যদি রাজ্যের বিভিন্ন স্থানে তেজের পার্থক্য থাকে তাহা হইলে এক্রপ গতি দ্বারা সম্ভাবনা সম্ভব, চিত্র ২০১ দ্রষ্টব্য।

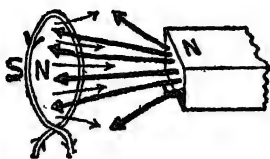
অতএব কোন পরিচালকের (১) বাতায়াত গতি (Reciprocating motion) অর্থাৎ পর্যায়ক্রমে একবার একদিক হইতে সোজানুজি অপর দিকে যাওয়া ও তৎপরে তথা হইতে বিপরীত

গতিতে পূর্বস্থানে কিরিয়া আসা, বা ঘূর্ণনগতি (Rotary motion) অর্থাৎ সর্বদা কোন একদিকে ঘুরিতে থাকা হেতু সর্বদা বলরেখা ছেদন দ্বারা অনবরত ই, এম, এফ, ও সম্পূর্ণ পথ হইলে প্রবাহ সম্ভাবিত হইতে পারে বটে, কিন্তু যাতায়াত গতি ও তাহার উপযুক্ত রাজ্য উৎপাদন করা দুঃসাধ্য বলিয়া, অনবরত ই, এম, এফ, ও প্রবাহ পাইতে হইলে সহজসাধ্য ঘূর্ণন গতি দ্বারা পাওয়া হয়, যথা, ডায়নামো। ঘূর্ণন গতিতে রাভোর তেজ সর্বত্র সমভাব হউক বা নাই হউক তাহাতে কিছু আসে যায় না। আবার রাজ্যের মধ্যে ফাঁসের ঘূর্ণন দ্বারাই যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত করিতে হইবে তাহা নহে, ফাঁসকে ঠিক রাখিয়া রাজ্যোৎপাদক চুম্বক বা উহার সামিল কোন প্রবাহবাহী কয়েলকে দূর হইতে ফাঁসের নিকটে বা নিকট হইতে দূরে লইয়া যাইতে থাকিলে ফাঁসের মধ্য দিয়া বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তন হেতু ই, এম, এফ, ও প্রবাহ সম্ভাবিত হইতে পারে। আবার একটি ফাঁস ব্যবহার না করিয়া যদি সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি ফাঁস (যথা একটি কয়েল) ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে কয়েলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর পরিমাণ পাকের সংখ্যানুপাতে বাড়িয়া যায়, কারণ প্রত্যেক ফাঁসটিতেই ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়।

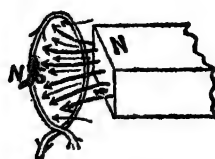
**চুম্বকদ্বারা সক্ত্যাবন (Induction by a magnet) :—**

একটি চুম্বক মেরুকে কয়েলের নিকটে আনিতে বা নিকট হইতে তফাতে লইয়া যাইতে থাকিলে কয়েলের মধ্যে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়। কয়েলের শেষভাগদ্বয় গ্যালভানোমিটারের সহিত সংযোগ করিলে উহার মধ্য দিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হয় এবং কয়েল ও উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে। এই প্রবাহ হেতু গ্যালভানোমিটারের চুম্বক ঘুরিয়া যায় এবং চুম্বকের এই ঘূর্ণনের দিক হইতে প্রবাহের দিক নির্ধারণ করা যাইতে পারে। এইভাবে পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে একটি N মেরুকে কয়েলের দিকে আনিতে থাকিলে, কয়েলে যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয়,

তাহা চুম্বকের দিক হইতে “এন্টিক্লকওয়াইজ” (Anticlockwise) দেখায় এবং ঐ N মেরুকে কয়েলের নিকট হইতে সরাইয়া লইয়া যাইতে থাকিলে কয়েলের মধ্যে ক্লকওয়াইজ প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। ঠিক সেইরূপ

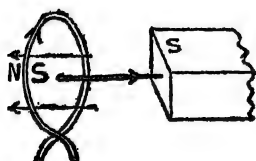


চিত্র—২০২

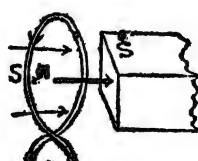


চিত্র—২০৩

একটি S মেরু লইয়া পরখ করিলে দেখা যাইবে যে মেরুটি কয়েলের দিকে অগ্রসর হইবার সময় মেরুর দিক হইতে দেখিলে কয়েলে সম্ভাবিত প্রবাহ ক্লকওয়াইজ দেখায়। এবং S মেরুটিকে কয়েলের নিকট হইতে সরাইয়া লইয়া যাইতে থাকিলে সম্ভাবিত প্রবাহ মেরুর দিক হইতে এন্টিক্লকওয়াইজ দেখায়। এই সম্ভাবিত প্রবাহ হেতু চুম্বকের সামিল কয়েলের বলরেখাগুলিকে সৰু রেখা দ্বারা নির্দেশ করিলে ২০২, ২০৩, ২০৪, ২০৫



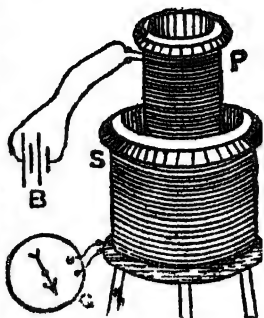
চিত্র—২০৪



চিত্র—২০৫

চিত্রগুলি হইতে স্পষ্ট ভাবে দেখা যাইবে কিরূপে কয়েলের মধ্য দিয়া বলরেখার সংখ্যা বৃদ্ধির সময় সম্ভাবিত প্রবাহ হেতু বিপরীত বলরেখা সৃষ্ট হইয়া ও বলরেখা হ্রাসের সময় একইরূপ বলরেখা সৃষ্ট হইয়া কয়েলের মধ্যস্থ রাজ্যভেদের সমতা বা পূর্বাবস্থা বজায় রাখিবার চেষ্টা করিতেছে।

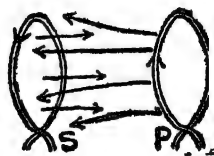
**প্রবাহবাহী কয়েল দ্বারা সন্তাবন (Induction by Current carrying Coil) :—** চুম্বকের পরিবর্তে একটি প্রবাহবাহী কয়েল ব্যবহার করিলে, যেহেতু ইহা দণ্ড চুম্বকের সামিল অর্থাৎ বলরেখাদি বিষয়ে দণ্ড চুম্বকের তায় ফল দেয়, ইহা দ্বিতীয় কয়েলটির মধ্যে দণ্ড চুম্বকের তায় সন্তাবন করিবে। এই প্রবাহবাহী কয়েলকে আদি বা ‘প্রাইমারী’ (Primary) কয়েল ও যে কয়েলের মধ্যে সন্তাবন হয় তাহাকে সেকেন্ডারী (Secondary) কয়েল



চিত্র—২০৬

বলে। ২০৬চিত্রে P দ্বারা প্রাইমারী ও S দ্বারা সেকেন্ডারী দর্শিত হইয়াছে।

প্রাইমারী কয়েলকে যদি সেকেন্ডারী কয়েলের দিকে অগ্রসর করা হইতে থাকে যায় (চিত্র—২০৭) তাহা হইলে সেকেন্ডারী কয়েলে প্রাইমারী প্রবাহের বিপরীত দিকে প্রবাহ সন্তুত হয়, যথা,—প্রাইমারী প্রবাহ ক্লকওয়াইজ হইতে সেকেন্ডারীর সন্তুত প্রবাহ এন্টিক্লকওয়াইজ হয় ইহাকে বিক্রপ সন্তাবন (Inverse Current) বলে। ইহার কারণ অগ্রসর



চিত্র—২০৭

হইবার সময় প্রাইমারী প্রবাহ দ্বারা যে প্রকার বলরেখা হয় তাহাদের সংখ্যা সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে বৃদ্ধি হইতে থাকে বলিয়া রাজ্যের পূর্বাবস্থা রক্ষণের উদ্দেশ্যে এই বলরেখা বৃদ্ধি নষ্ট করিবার মিমিত্ত বিপরীত বলরেখা সৃজন করিবার জন্য সেকেন্ডারীতে বিপরীত প্রবাহ সন্তুত হয়। ঠিক সেইরূপ প্রাইমারী কয়েলকে যদি সেকেন্ডারীর নিকট হইতে সরাইয়া তফাতে লইয়া বাইতে থাকে যায়, (চিত্র—২০৮) তাহা হইলে সেকেন্ডারীর মধ্যে একই রূপ অর্থাৎ একই দিকে সূর্যায়মান প্রবাহ সন্তাবিত হয়।

ইহাকে অমুরূপ সম্ভাবন ( Direct Current ) বলে। ইহার কারণ দূরে সরিয়া যাইবার সময় প্রাইমারী প্রবাহ হেতু যে বলরেখা



তাহাদের সংখ্যা সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে হ্রাস হইতে থাকে বলিয়া, রাজ্যের পূর্কীবহা রক্ষণের উদ্দেশ্যে বলরেখা হ্রাস নষ্ট করিবার নিমিত্ত ঠিক ঐরূপ বলরেখা সৃষ্টি করিবার জন্য সেকেন্ডারীর

চিত্র—২০৮ মধ্যে একই দিকে ঘূর্ণায়মান প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে “প্রাইমারী কয়েল অগ্রসরকালে বিরূপ সম্ভাবন ও দূরে সরিয়া যাইবার সময় অমুরূপ সম্ভাবন হয়”।

এখন চুম্বক বা প্রাইমারী কয়েলকে না নাড়িয়া এক স্থানে ঠিক রাখিয়া সেকেন্ডারী কয়েলকে অগ্রসর করাইতে বা পিছাইয়া লইয়া যাইতে থাকিলে ঠিক পূর্বের মত সম্ভাবন ক্রিয়া ঘটিবে।

সম্ভাবিত ই, এম, এক, এর পরিমাণ :—চুম্বক রাজ্যে একটি পরিচালক পথে ই, এম, এক, সম্ভাবিত করিতে হইলে রাজ্য ও পথের মধ্যে তুলনায়, কোনটির একরূপ গতি থাকা চাই যেন পরিচালক দ্বারা অবরুদ্ধ বলরেখার সংখ্যার পরিমাণ পরিবর্তিত হয়। সুতরাং সম্ভাবিত ই, এম, এক, এর পরিমাণ বলরেখা সংখ্যা পরিবর্তনের হারের উপর নির্ভর করে। যদি কোন সময়ে বলরেখার সংখ্যা হয়  $n$  ও  $t$  সেকেন্ড পরে ঐ সংখ্যা হয়  $n'$  তাহা হইলে বলরেখা পরিবর্তন  $= n - n'$  ও এই পরিবর্তনের হার  $=$

$$\frac{n - n'}{t}।$$

সুতরাং ই, এম, এক,  $= \frac{n - n'}{t}$  সি, জি, এস, চুম্বক বৈদ্যুতিক একক। অর্থাৎ একটি ফাঁসের মধ্য দিয়া প্রাতি সেকেন্ডে একটি করিয়া রেখা দ্বারা বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইতে থাকিলে ১ সি, জি, এস, চুম্বক-বৈদ্যুতিক একক ই, এম, এক, হয়। আবার যদি একটি ফাঁস না লইয়া সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি ফাঁস অর্থাৎ কয়েল লওয়া যায় তাহা

হইলে কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, প্রত্যেক ফাঁসগুলির ই, এম, এফ, এর সমষ্টি। সুতরাং যদি প্রত্যেক ফাঁসে সমান ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়, তাহা হইলে  $\frac{n-n'}{t}$  কে পাক সংখ্যা দিয়া গুণ করিলে কয়েলের ই, এম, এফ, পাওয়া যাইবে। অর্থাৎ পাক সংখ্যা S হইলে ই, এম, এফ, =  $S \times \frac{n-n'}{t}$  চুম্বক-বৈদ্যুতিক একক। আবার যেহেতু ১০<sup>৮</sup> চুম্বক-বৈদ্যুতিক একক ই, এম, এফ, = ১ ভোল্ট, সুতরাং সম্ভাবিত ই, এম, এফ, =  $S \times \frac{n-n'}{t} \times \frac{১}{১০^৮}$  ভোল্ট। অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে ১০<sup>৮</sup> বা ১০০০০০০০ রেখা দ্বারা বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হইতে থাকিলে ১ ভোল্ট ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়। এবং ওমস-ল ( $C = \frac{E}{R}$ ) হইতে যদি কয়েল ও পথের মোট বাধা হয় R তাহা হইলে প্রবাহ  $C = S \times \frac{n-n'}{t} \times \frac{১}{১০^৮} / R = \frac{S (n-n')}{১০^৮ R t}$  আমপেয়ার।

**স্বীয় সম্ভাবন (Self Induction) :—**কোন কয়েলে নিজের দ্বারা নিজের মধ্যে সম্ভাবনকে স্বীয় সম্ভাবন বা 'সেল্ফ ইণ্ডাকশান' বলে। যদি একটি কয়েলের শেষ ভাগদ্বয় ব্যাটারি বা অন্য কোন প্রবাহ উৎপাদকের সহিত সংযোগ করা যায় তাহা হইলে ঐ কয়েলের পাকগুলির মধ্য দিয়া প্রবাহকে ঘুরিয়া ঘুরিয়া বহিতে হইবে। এখন প্রথম পাকটিতে প্রবাহ উপস্থিত হইলে উহা পাশলা চুম্বকের সামিল হয়। সুতরাং উহার বলরেখাগুলি অন্যান্য পাক সকলের মধ্য দিয়া যায়। কিন্তু তাহাদের মধ্য দিয়া পূর্বে কোন বলরেখা ছিল না, সুতরাং তাহাদের মধ্যদিয়া চিত্র—২০২ বলরেখার সংখ্যা বাড়িতেছে। অতএব এই অন্যান্য পাকগুলিতে বিদ্যুৎ সম্ভাবন

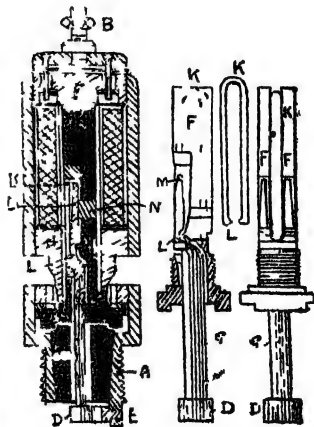




হইবে। এই বিরূপ সম্ভাবন হেতু যে বিপরীত ভোল্টেজ ও প্রবাহ সৃষ্টি হইবে তাহা প্রথম পাকটির প্রবাহকে অগ্রসর হইতে বাধা দিবে, অবশ্য যতক্ষণ পর্যন্ত অন্যান্য পাকগুলিতে এই সম্ভাবন ক্রিয়া চলিতে থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত ঐ ব্যাটারি বা উৎপাদক প্রেরিত প্রবাহ অগ্রসর হইতে বাধা পায়। পরে, প্রথম পাকটিতে প্রবাহ স্থিতিলাভ করিলে বলরেখার সংখ্যা এক ভাব হইয়া যায় বলিয়া সম্ভাবন ক্রিয়া বন্ধ হইয়া যায় ও প্রথম পাকটির প্রবাহ অগ্রসর হইতে আর বাধা পায় না। সুতরাং হইয়া দ্বিতীয় পাকটিতে উপস্থিত হয়। এখন প্রবাহ বিশিষ্ট দুইটি পাক চক্ৰ হেতু বলরেখার সংখ্যা দ্বিগুণ হইয়া যায়। সুতরাং দ্বিতীয় পাকটিতে অগ্রসর হইবার সময় পূর্বের মত অন্যান্য পাকগুলিতে বিরূপ সম্ভাবন হয়। এক্ষেপে প্রেরিত প্রবাহ প্রত্যেক পাকটিতে স্থিতিলাভকালে সম্মুখীন অন্যান্য পাকগুলি হইতে কণিক বাধা প্রাপ্ত হইতে হইতে অগ্রসর হইতে থাকে ও মুহূর্তের মধ্যে সমস্ত কয়েলটিতে স্থিতি লাভ করে। তখন আব সম্ভাবন হয় না, উহা একভাবে বহিতে থাকে। কয়েলের মধ্যে চুকিবার সময় প্রবাহ কেবলই বাধা পাইতে থাকে বলিয়া উহার তেজ গোড়ার মুখে ক্ষণেকের জন্ত (অর্থাৎ যতক্ষণ না সমস্ত কয়েলে উহা স্থিতি লাভ করে) হ্রাস বৃদ্ধি পাইতে থাকে। সেইজন্য বৈদ্যুতিক বাতি প্রভৃতির পথে কোনস্থানে তার কয়েলের মত পাকান থাকিলে, উহাদিগকে জালবার সময় স্কট টিপিয়া সংযোগ করিলে বাত একেবারেই পূর্ণত্রেজে জ্বলে না, প্রথম মুখে আলোর তেজ একবার বাড়িয়া যায় ও পরক্ষণেই কমিয়া যায়—অবশ্য একপ খুব অল্প সময়ের জন্ত হয়, কারণ সমস্ত কয়েলটিতে প্রবাহ স্থিতিলাভ করিলেই উহা সমত্রেজে জ্বলিতে থাকে। এই সম্ভাবনকে সংযোগ কালীন স্বীয় সম্ভাবন (Self Induction it make) বলে। ঠিক সেইরূপ কয়েলের মধ্য দিয়া যদি প্রবাহ ও ফার স্থিতি লাভ করিয়া থাকে তাহা হইলে কয়েলের অন্তর্বর্তী স্থান

বলরেখাময়। এখন পথ কাটিয়া দিয়া প্রবাহ বন্ধ করিতে যাইলে কয়েলের মধ্যে প্রবাহ নাশকালে ঐ বলরেখাগুলিও নাশ প্রাপ্ত হইবে। সুতরাং কয়েলের মধ্যে বলরেখার সংখ্যা হ্রাস হইতেছে। অতএব কয়েলে এখন অভ্যুৎপন্ন সম্ভাবন হইবে অর্থাৎ পূর্বে যে দিকে প্রবাহ বহিতছিল এখন ঠিক সেইদিকে বহমান প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে (যাহাতে পূর্ব বলরেখার মত বলবেখা সৃষ্ট হইয়া বলরেখার সংখ্যা হ্রাস হইতে না পার)। এই একই দিকে বহমান প্রবাহ পূর্ব প্রবাহ দ্বারা যে কাষ্য হইতেছিল তাহা আবও কিয়ৎক্ষণের জন্য চালায়, সেইজন্য ইহাকে বার্ডিত প্রবাহ (Extra Current) বলে। এই কারণে পূর্বোক্ত বাতির বেল'য় স্পিচ উন্টাইয়া পথ কাটিয়া দিবারাত্রই বাতি নিবিয়া যায় না, আরও কিছু অল্প সময়ের জন্য জলে ও পরে ক্রমশঃ নিবিয়া যায়। এই সম্ভাবনকে উন্মোচন কাণী স্বেয়-সম্ভাবন (Self Induction at break) বলে।

এই উন্মোচন কাণী স্বেয় সম্ভাবন প্রয়োজনীয় ফল অগ্নিস্ফুলিঙ্গ (Spark) যাহা প্রায়ই পথটির ভগ্ন স্থানের বায়ুস্তবকে পার হইতে দৃষ্ট হয় এবং ইহা ইন্ধনে অগ্নিসংযোগের (Ignition) নিমিত্ত ইণ্ডাকসান কয়েল বা লো-টেনসান ম্যাগনেটোতে উৎপাদিত হয়। এই উন্মোচন বা ব্রেক বেন কোন স্থলে যেকোনিকাল উপায়ে ও কোন কোন স্থলে ২১০ চিত্রে



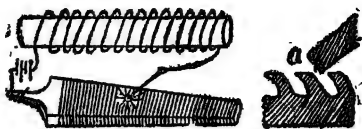
চিত্র—২১০

ইন্ডাক্টো ম্যাগনেটিক ইণ্ডাকসান প্রণালীতে অটোম্যাটিক ভাবে সাধিত হয়।

এই অগ্নিস্ফুলিঙ্গের কারণ এই যে, এই উন্মোচনকালীন সম্ভাবনাকালে যে একইদিকে বহুমান প্রবাহ সৃষ্ট হয় তাহার কারণ পূর্বে যে দিকে ভোল্টেজ ছিল সম্ভাবন দ্বারা সেই দিকে ভোল্টেজ উৎপাদিত হয় এবং পথ কাটিবার সময় ইঠাৎ প্রবাহ বন্ধ হইবার উপক্রম হয় বলিয়া বলরেখার দ্রুত পরিবর্তন হেতু এই সম্ভাবিত ভোল্টেজ অত্যন্ত অধিক হয় এবং ইহার সহিত পূর্ব ভোল্টেজ মিলিয়া উহা আরও কিছু পরিবর্দ্ধিত হয় এবং উন্মোচনের প্রথম অবস্থায় বিভক্ত পথের মধ্যে ব্যবধান অতি অল্প বলিয়া এই উন্নত ভোল্টেজ বা চাপ হেতু বিদ্যুৎ ভগ্নস্থানের পাতলা বায়ুস্তরের রোধকতা উল্লঙ্ঘন করিতে সক্ষম হয়। এই সময় সশব্দে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয়, ইহাকে উন্মোচনকালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ (Spark at break) বলে।

দ্রষ্টব্য :—অপরিচালকের রোধকতা উল্লঙ্ঘন সময় সশব্দে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হওয়া অর্থাৎ শব্দ, উত্তাপ, আলোক শক্তি উৎপাদিত হইবার কারণ এই যে অপরিচালকের রোধক গুণ হেতু উহার মধ্যস্থ কোন স্থানদ্বয়ের মধ্যে বৈদ্যুতিক চাপ পার্থক্য বা ভোল্টেজ থাকিলেও উহা প্রবাহ রদ করিতে সক্ষম হয়। ভোল্টেজ অতিক্রম করিয়া প্রবাহ রদ করিতে হইলে উহাকে সমপরিমাণ বিপরীত চাপ (reaction or opposing influence) দিতে হয়, তজ্জন্তু উহার অবস্থান্তর (Strain) ঘটে। হুতরাং স্থানদ্বয়ের মধ্যে চাপ পার্থক্য বা ভোল্টেজ যতই বাড়িতে থাকিবে উহাদের মধ্যস্থ অপরিচালকের ততই উত্তরোত্তর অধিক পরিমাণে অবস্থান্তর ঘটিতে থাকিবে। কিন্তু অপরিচালক হিসাবে এই অবস্থান্তরের একটা অনতিক্রম্য সীমা আছে। হুতরাং সেই সীমা অতিক্রম হইয়া যায় এরূপ প্রকারের ভোল্টেজ হইলে উহা আর সহ্য করিতে পারে না, উহার রোধ-ক্ষমতা ভগ্ন হয় ও বিদ্যুৎ বেগ উল্লঙ্ঘন করে। এই রোধ-ক্ষমতা ভগ্নকালে শব্দ হয় যেমন ফুটবলের ব্রাডারের মধ্যে ক্রমশঃ বায়ু প্রবেশ করাইতে থাকিলে উহার অন্তর্ভাগ ও বহির্ভাগের মধ্যে চাপ পার্থক্য ঘটিতে থাকে ও তজ্জন্তু উহার অবস্থান্তর ঘটিতে থাকে অর্থাৎ উহা ফুলিতে থাকে এবং এই অবস্থান্তর হেতু উহার মধ্যস্থ বায়ুকে উট্টাট্টিকৈ চাপ দিয়া আটক করিয়া রাখিতে সক্ষম হয়। কিন্তু যখন উহা ফুলিবার সীমায় পৌঁছায়, তখন ভিতরের বায়ুর চাপ একটু বাড়িলেই আর উহা আটকাইতে সক্ষম হয় না, বায়ু উহাকে ফাটাইয়া অর্থাৎ উহার আটক করিবার ক্ষমতাকে ভগ্ন করিয়া সশব্দে নির্গত হইয়া যায়। অপরিচালকের রোধ ক্ষমতা ভগ্নকালে ইহার অন্তঃস্থ অত্যন্ত আলোড়িত হওয়া হেতু উহা এত উত্তপ্ত হয় যে তাহাতে তারের শেষ কাগ বাস্পীভূত হইয়া তারদ্বয়ের শেষ জাগদ্বয়ের মধ্যে বাস্পীয় ধাতব পথ উৎপন্ন করে—এই প্রজ্জ্বলিত ধাতব বাস্পই স্পার্ক বা অগ্নিস্ফুলিঙ্গরূপে দৃষ্ট হয়।

পর্যায় :—২১১ চিত্রে লৌহে জড়ান একটি কয়েলের, এক শেষভাগ ব্যাটারির একটি পোলে সংযুক্ত, ব্যাটারির অপর পোল একটি উকার (File) সহিত সংযুক্ত। এখন কয়েলের অপর প্রান্ত হইতে একটি তার লইয়া উকার উপর দিয়া ঘষিয়া টানিয়া গেলে দেখা যাইবে যে

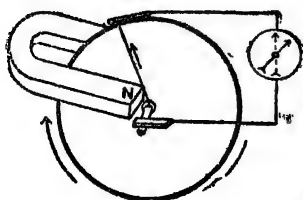


চিত্র—২১১

স্পার্ক হইতে থাকে এবং লক্ষ্য করিলে দেখা যাইবে যে তারটি উকার করাতেই মত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দাঁতগুলিকে স্পর্শ করিবার সময় স্পার্ক হয় না, ডাড়িয়া যাইবার সময় স্পার্ক হয়, যেমন a চিহ্নিত স্থানে উকার বর্দ্ধিত আকারে ছেদিত দৃশ্য দ্বারা দেখান হইয়াছে। ইহার কারণ সহজেই দেখা যাইতেছে যে একটি দাঁতকে স্পর্শ করিবার কালে স্বীয় বিরূপ সম্ভাবন হয় ও স্পর্শ করিবার পর ত্যাগ করিবার কালে স্বীয় অনুরূপ সম্ভাবন হয়।

লেনজের সূত্র (Lenz's Law) “যে কোন প্রকার বৈদ্যুতিক সম্ভাবনের সময় সম্ভাবিত প্রবাহের দিক একরূপ হয় যে চুম্বক রাজ্যে পরিচালকের যেরূপ গতি হেতু এই প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, এইরূপ (সম্ভাবিত) প্রবাহ হেতু ঐ রাজ্যে কোন পরিচালকের তাহার বিপরীত গতি হয়”। ইহাকে লেনজের সূত্র “ল” বলে। ইহার পুনরুল্লেখ করা হইল কারণ ডায়নামোতে আমেরচারের প্রতিক্রিয়া (Reaction) বলিতে ইহাকেই বুঝায়। অতএব সম্ভাবিত প্রবাহ পরিচালকের গতিরোধ করিবার চেষ্টা করে। ইহা নিম্নলিখিত পর্যায়গুলি হইতে দেখা যায়।

পর্যায় :—(১) বালোর হইলে যদি ব্যাটারির পরিবর্তে একটি গ্যালভানোমিটার ব্যবহার করা যায় ও হইল বা চক্রকে ঘুরাইতে থাকে, তাহা হইলে দেখা যাইবে যে তারে প্রবাহ সম্ভাবিত হয় ও তৎক্ষণাত্ গ্যালভানোমিটারের চুম্বক ঘুরিয়া যায়। চুম্বকের এই ঘূর্ণন হইতে সম্ভাবিত প্রবাহের দিক নিরূপণ ক্রুরিলে দৃষ্ট হইবে যে সম্ভূত প্রবাহ একরূপ



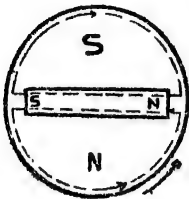
চিত্র—২১২

দিকে হইয়াছে যে যদি ব্যাটারি দ্বারা এই দিকে প্রবাহ দেওয়া যাইত তাহা হইলে চক্রটি বিপরীত দিকে ঘুরিত।

(২) একটি খুব তেজাল ক্ষুদ্রাকৃতি বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে একটি তাম্রপাতকে যদি আড়াআড়ি দিকে টানা যায় অর্থাৎ যেন পাতটি বলরেখা কাটিতে থাকে, তাহা হইলে বোধ হইবে পাতটি যেন কোন ঘন পদার্থের মধ্য দিয়া কাটিয়া যাইতেছে।

(৩) একটি খুব তেজাল অক্ষুরাকৃতি বৈদ্যুতিক চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে একটি তাম্র তালকে স্থতা বাঁধিয়া ঝুলাইয়া দিয়া স্থতাটিকে পাকাইলে দৃষ্ট হইবে যে তাম্র তালটি ঘুরিতেছে না, অথবা যদিও ঘোরে তাহা অতি আন্তে আন্তে। কিন্তু প্রবাহ বন্ধ করিয়া দিলে চুম্বক প্রায় নষ্ট হইয়া যায় ও তখন স্থতাটিকে পাকাইলে তাৎক্ষণিক ঘুরিতে থাকে।

(৪) আরাগোর চাকতি (Arago's Disc) যন্ত্রটিতে চুম্বক হলের নীচে তাম্র



চিত্র—২১৩

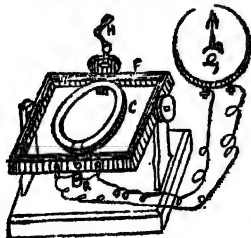
চাকতিকে কোনদিকে ঘুরাইলে চুম্বকটিও সেইদিকে ঘোরে, তদ্বারাও এই ফল প্রকাশ পায়। অতএব চুম্বকরাজ্যে কোন প্রকার প্রতি দ্বারা বলরেখা কাটিবার সময়ে পরিচালকদের মধ্যে একরূপ প্রবাহ সঞ্চিত হয় যে ঐ সঞ্চিত প্রবাহ হেতু ঐ রাজ্যে পরিচালকের বিপরীত দিকে ঘুরিবার প্রবৃত্তি হয়। ইহাকেই ডায়নামোর আমেচার রি-একশান (reaction) বলে।

স্বীয় সম্ভাবনহীন করিলে :—একটি তাম্রকে মাঝখানে দুই ভাঁজে মুড়িয়া করিলে স্বীয় সম্ভাবন হইতে পায় না, কারণ, ইহাতে সর্বত্র সর্বদা দুই বিপরীত দিকে প্রবাহ বহে, হতরাজ্য চুম্বকরাজ্য সৃষ্ট হয় না, ২১৪ চিত্র।



চিত্র—২১৪

ভূচুম্বক দ্বারা সম্ভাবন :—২১৫ চিত্রে দর্শিত যন্ত্রটির H হ্যাণ্ডেলটি ঘুরাইতে



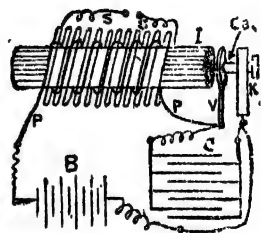
চিত্র—২১৫

থাকিলে করিলে বিশিষ্ট গোলাকার C ফর্মটি ঘুরিতে থাকে ও F R চিহ্নিত চৌকা ফর্মটিকে ঘুরাইয়া ঠিক ভাবে সেট করিতে পারিলে অর্থাৎ যেন পৃথিবীর চুম্বক বলরেখাগুলি উহার মধ্য দিয়া লম্বভাবে যায়, C. করিলে প্রবাহ সম্ভাবিত হয় এবং তাহা গ্যালভানোমিটারের সাহায্যে দৃষ্ট হইতে পারে। অবশ্য R চিহ্নিত স্থানে কয়েলটির শেষ ভাগদ্বয় একরূপ ভাবে স্থাপিত যে ঘূর্ণন কালে যেন সর্বদাই ভ্রমণদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত থাকিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ থাকে।

## দ্বাদশ পরিচয় ।

এখন আমরা একটি সম্ভাবন যন্ত্রের উল্লেখ করিব, ইহাকে ট্রান্সফর্মার বলে । ইহার কার্য্য ভোল্টেজ হ্রাসবৃদ্ধি করা । সচরাচর যে সকল ট্রান্সফর্মারে অগ্নিস্থলিঙ্গের নিমিত্ত ভোল্টেজ বাড়ান হয় তাহাকে ইণ্ডাকশান কয়েল বলে এবং যে গুলিতে অল্প কোন কার্য্যের জন্ত, যথা, দূরস্থানে শক্তি সরবরাহে অপচয় কমাইবার জন্ত, ভোল্টেজ বৃদ্ধি বা প্রয়োজন অনুসারে হ্রাস করা হয় তাহাদিগকে ট্রান্সফর্মার বলে ।

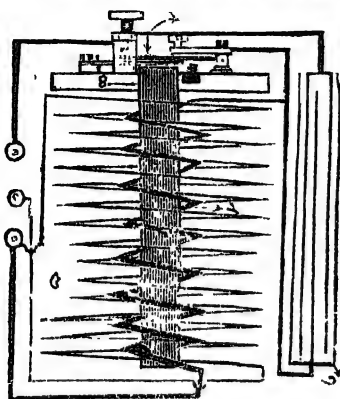
**ইণ্ডাকশান কয়েল—ভাইব্রেটিং (Induction Coil, Vibrating):**—২১৬চিত্রে ভাইব্রেটিং ইণ্ডাকশান কয়েলের কাঠাম ও ২১৭ চিত্রে উহার আভ্যন্তরিক গঠন দেখান হইয়াছে । ইহা কন্টিনিউয়াস কারেন্ট, যথা, ব্যাটারির সহিত ব্যবহৃত হইতে পারে আবার অলটারনেটিং কারেন্টের সহিতও ব্যবহৃত হয়, যথা, ফোর্ড গাড়িতে ।



চিত্র—২১৬

**প্রাইমারী কয়েল ও লোহথণ্ড—**২১৬চিত্রে P প্রাইমারী কয়েলটি মোটা তারের অল্পসংখ্যক পাকবিশিষ্ট এবং ইহা I লোহথণ্ডটির উপর জড়ান ও ইহার শেষভাগদ্বয় ৪—৬ ভোল্ট ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত করিতে হয় । প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে এই লোহথণ্ডটি (I) ব্যবহারের উদ্দেশ্য এই যে প্রাইমারী কয়েল দিয়া প্রবাহ যাইতে থাকিলে যে বলব্রেকা উৎপন্ন হয় তাহাদের সংখ্যা এই লোহটি থাকা হেতু অত্যধিক পরিমাণে বাড়িয়া যায়, সুতরাং অত্যন্ত প্রখর রাজ্য সৃষ্ট হয় ও প্রাইমারী কয়েলের প্রবাহ বন্ধকালে এই অত্যধিক সংখ্যক বলব্রেকা হঠাৎ নাশ প্রাপ্ত

হয়, সুতরাং সম্ভাবনের ভীততা বাড়িয়া যায়। এবং কয়েলটি ভাইব্রেটিং কয়েল হইলে ইহার দ্বিতীয় উদ্দেশ্য এই যে প্রাইমারী কয়েলে প্রবাহ হেতু



অংশাবলী—

- ১। ট্রেঞ্চলার স্প্রিং।
- ২। আডজাস্টিং স্ক্রু।
- ৩। কন্ডেন্সার।
- ৪। আরমেচার কোর্।
- ৫। সেকেন্ডারী কয়েল।
- ৬। প্রাইমারী কয়েল।
- ৭। টার্মিনালস্।

চিত্র—২১৭

চুম্বকত্ব প্রাপ্ত হইলে V ট্রেঞ্চলার স্প্রিংকে নিজের উপর টানিয়া লয় ও এই ভাবে V ও K এর মধ্যে বিচ্ছেদ ঘটাইয়া ব্যাটারি হইতে প্রাইমারী কয়েলের পথ বিচ্ছিন্ন করিয়া দেয়। সুতরাং তখন ব্যাটারি হইতে প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে আর প্রবাহ যাইতে পারে না, উহা প্রবাহ হীন হয় ও I লৌহ খণ্ডটির চুম্বকত্বনাশ হয়, অতএব I আর Vকে টানিয়া রাখিতে পারে না, V পূর্বস্থানে ফিরিয়া আসে অর্থাৎ Kএর সংস্পর্শে আসে এবং প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে পথ সম্পূর্ণ করিয়া পুনরায় প্রাইমারীর মধ্য দিয়া প্রবাহ বহায় ও উক্তপ্রকার কার্যাবলী পুনঃ পুনঃ ঘটিতে থাকে। অতএব লৌহখণ্ডটি ঐ স্প্রিং এর সাহায্যে অনবরত ব্যাটারির সহিত প্রাইমারী কয়েলের যোগাযোগ ঘটাইতে থাকে অর্থাৎ ইহা “অটোম্যাটিক কন্ট্যাক্ট মেকার ও ব্রেকার” (Automatic Contact maker and breaker)। কয়েলটির কার্যকালে V স্প্রিংটি অনবরত একবার লৌহের নিকট ও তৎপরেই K এর নিকট দ্রুত আসিতে থাকে

বলিয়া উহাকে লৌহ ও Kএর মধ্যে ঢুলিতে দৃষ্ট হয়, সেইজন্য ইহাকে কম্পনশীল বা ভাইব্রেটিং কয়েল বলে। এস্থলে দৃষ্ট হইবে যে I লৌহ খণ্ডটিকে একটি নিরেট স্কোহে নির্মিত না করিয়া অনেকগুলি সরু সরু লম্বা লৌহের রোধিত তার বা পাত একত্র করিয়া প্রস্তুত করা হয়। তাহার কারণ—প্রাইমারী কয়েলে প্রবাহের পরিবর্তন ঘটিতে থাকে বলিয়া লৌহ খণ্ডটির মধ্যে বলরেখা সংখ্যার পরিবর্তন হইতে থাকে, সুতরাং ইহাতে (গাড়ে) প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, ইহাকে গাঢ়-প্রবাহ বা এডিকারেন্ট (Eddy Current) বা ফুকো কারেন্ট (Foucolt Current) বলে।

লৌহটি নিরেট হইলে বাধা অল্প বলিয়া এডিকারেন্টের বেগ অত্যন্ত অধিক হইবে তজ্জন্ত লৌহটি অত্যন্ত গরম হইবে এবং অগ্নাত্ম আপত্তিকর ফলের মধ্যে ইহার “পারমিয়েবিলিটী” কমিয়া যাইবে সুতরাং সম্ভাবনের তীব্রতা কমিয়া যাইবে। কিন্তু যদি ঐরূপ অনেকগুলি ইনসুলেটেড লৌহের তার বা পাত দ্বারা গঠিত হয় তাহা হইলে চুম্বক পথের কোন ব্যাঘাত ঘটে না, পরন্তু তারগুলি সরু বলিয়া এডিকারেন্টের বেগ অল্প হয়, সুতরাং উহা আর অধিক গরম হইতে পারে না।

**কণ্ডেন্সার :**—২১৬ চিত্র হইতে দেখা যাইবে যে কণ্ডেন্সারটি এরূপভাবে সংযুক্ত হয় যেন V ও Kএর মধ্যে পথের বিচ্ছেদ ঘটিলে বিচ্ছেদ হেতু প্রবাহ বহিবার অভাব ইহার দ্বারা মোচন হয়। অর্থাৎ বিচ্ছেদ-কালে প্রাইমারী কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের সহিত ব্যাটারি ও কণ্ডেন্সার সিরিজে সংযুক্ত হয়, কিন্তু বিচ্ছেদে ব্যবধান ও কণ্ডেন্সার পারালালভাবে



চিত্র ২১৮

সংযুক্ত থাকে, ২১৮ চিত্র। কণ্ডেন্সার ব্যবহারের উদ্দেশ্য এই যে V ও Kএর মধ্যে, প্রাইমারী কয়েলের পথ বিচ্ছেদকালে, ব্রেক স্পার্ক হয়। যদি এই ব্রেকস্পার্ক ঘটে তাহা হইলে সেকেন্ডারী কয়েলে সম্ভাবন ক্রিয়ার তীব্রতা কমিয়া যায়, আর V ও Kএর দ্বারা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এই নিমিত্ত ঐ ব্রেকস্পার্ক রদ বা হ্রাস



করিবার জন্য কণ্ডেনসারটি ঐ ভাবে সংযুক্ত হয়, যাহাতে বিচ্ছেদকালে প্রাইমারী কয়েলের অত্যধিক চাপের প্রবাহ বিচ্ছিন্ন স্থানকে লাফাইয়া প্রবাহিত না হইয়া কণ্ডেনসারকে চার্জ করে অর্থাৎ উহার মধ্যে সঞ্চিত হয়; কিন্তু যেহেতু এখনও কণ্ডেনসারের পাতগুলি প্রাইমারী কয়েল ও ব্যাটারির মধ্য দিয়া সংযুক্ত, ইহা সঙ্গে সঙ্গেই প্রাইমারী কয়েলের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎকে বপরীত দিক দিয়া প্রবাহিত করাইয়া বিদ্যুৎহীন হয়। অতএব দেখা যায় কণ্ডেনসার শ্রিংএর দ্বারা কার্য্য করে। কণ্ডেনসার হইতে প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে প্রেরিত এই বিপরীতদিকের প্রবাহ লৌহখণ্ডটির অবশিষ্ট চুম্বকত্বকে একেবারে নষ্ট করিয়া দেয়, সুতরাং  $V$  শ্রিংটি অতি অল্প সময়ের মধ্যে লৌহখণ্ডকে ছাড়িয়া চলিয়া যায় এবং ব্যাটারি ও প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে সংযোজন পুনরায় স্থাপন করে ও এইভাবে বিচ্ছেদ ও সংযোজন ক্রিয়া দ্রুত ঘটাইতে থাকে।

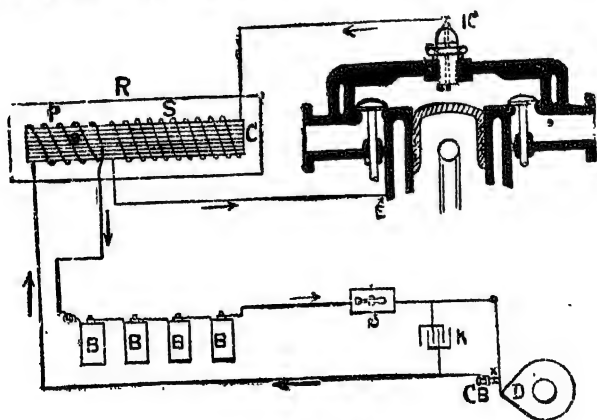
**সেকেন্ডারী কয়েল—**ইহা প্রাইমারী কয়েলের উপরে জড়ান হয় এবং ইহার শেষভাগদ্বয়  $S$  ও  $S'$  বাহিরে রাখা হয়। প্রাইমারী কয়েলের পাক সংখ্যার সহিত তুলনায় ইহার পাকসংখ্যা যতগুলি অধিক হইবে ইহাতে ততগুলি অধিক ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়। যেহেতু, শক্তি সঞ্জন বা নাশ করা যায় না, প্রাইমারী কয়েলের শক্তি পরিমাণ সেকেন্ডারী কয়েলের শক্তি পরিমাণের সহিত সমান এবং এই বৈদ্যুতিক শক্তির পরিমাণ  $C \times E$ , সুতরাং সেকেন্ডারী কয়েলে ভোল্টেজ যত অধিক হয়, উহাতে প্রবাহ তত কম হয়, অতএব খুব সল্প তার ব্যবহার করা যায়। সচরাচর সেকেন্ডারী কয়েলের পাকসংখ্যা খুব অধিক হয় বলিয়া স্তরের পর স্তর জড়াইতে হয় এবং তাহাদিগকে খুব ভালভাবে ইনসুলেট করিতে হয়।

**কয়েলের কার্য্যাবলী:—**ব্যাটারির সহিত প্রাইমারী কয়েলকে সংযোগ করিয়া প্রাইমারী কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইবার সময় প্রাইমারী কয়েলে বিরূপ সম্ভাবন হইতে থাকে, সুতরাং প্রাইমারী

কয়েলের ভোল্টেজ খুব অধিক হয় না। সেকেন্ডারী কয়েলেও সম্ভাবন হেতু ই, এম, এফ, থাকে বটে এবং পথ সম্পূর্ণ পাইলে প্রবাহও হইতে পারে, কিন্তু এই ই, এম, এফ, এত অধিক হয় না যে S ও S' স্থানে ব্যবধানকে প্রবাহ উল্লঙ্ঘন করে। সুতরাং সেকেন্ডারী কয়েলে এ অবস্থায় কোন প্রবাহ হয় না। কিন্তু যখন প্রাইমারী কয়েলে ব্রেক বা পথের বিচ্ছেদ ঘটে তখন অনুরূপ সম্ভাবন হেতু প্রাইমারীর ভোল্টেজ ও প্রবাহ খুব

$$-\frac{RT}{T}$$

বাড়িয়া যায় (ইহা Helmholtz এর  $C = \frac{E}{R} [1 - e^{-\frac{RT}{T}}]$  এই নিয়ম হইতে পাওয়া বাইতে পারে), এবং তখন সেকেন্ডারী কয়েলের সম্ভাবিত ভোল্টেজ এত অধিক হয় যে এই পথের কোন স্থানে (যথা S ও S') যদি বিচ্ছেদ ব্যবধান থাকে তাহা হইলে বিদ্যুৎ ঐ ব্যবধান উল্লঙ্ঘন করিয়া প্রবাহিত হইতে পারে। অবশ্য সেকেন্ডারীতে সম্ভাবিত ই, এম, এফ,



চিত্র—২১২

এর পরিমাণ যত বর্দ্ধিত করিতে হইবে প্রাইমারী কয়েলের পাক-সংখ্যার সহিত তুলনায় উহার পাকসংখ্যাকে ততগুল অধিক করিতে হইবে। প্রাইমারী

কয়েলের ব্রেকের সময় উহার বর্ধিত চাপের প্রবাহ যাহাতে বিচ্ছেদ স্থানকে উল্লঙ্ঘন করিয়া প্রবাহিত না হয় তজ্জগু কণ্ডেনসার ব্যবহৃত হয়।

**নন ভাইব্রেটিং কয়েল (Nonvibrating Coil) :—**

ইহাতে প্রাইমারী কয়েল ও বাটারীর সহিত সংযোগ ও বিচ্ছেদ লৌহটির চুম্বকত্ব প্রাপ্তি দ্বারা আপনা আপনি সাধিত হয় না, ইহাতে একটি ক্যামের সাহায্যে ঐ কার্য সাধিত হয়। চিত্রে D ক্যামের দর্শিত অবস্থায় স্পার্ক হয় না, উহা কণ্ট্যাক্ট পয়েন্টকে ছাড়িয়া যাইবার সময় স্পার্ক হয়, চিত্র—২১৯।

কয়েল সম্বন্ধীয় অগ্রান্ত বিষয় “মোটর শিক্ষকে” দ্রষ্টব্য।

**পরিবর্তক বা ট্রান্সফরমার (Transformer) :—**

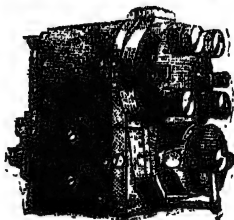
দুইটি কয়েল ও একটি লৌহখণ্ডের সাহায্যে একটি কয়েলের অল্প চাপের অধিক প্রবাহকে, সম্ভাবন দ্বারা, অপর কয়েলে অধিক চাপের অল্প প্রবাহে পরিণত করা যায় বা ইহার বিপরীত অবস্থা সাধিত হইতে পারে এবং এই সম্ভাবন ক্রিয়া সমতাপপ্রবাহ কালে মেক ও ব্রেকের সময় হয় বলিয়া কণ্ট্যাক্ট মেকার ও ব্রেকারের প্রয়োজন হয়, যথা ইণ্ডাকসান কয়েলে। কিন্তু দিক পরিবর্তনশীল (alternating) প্রবাহ হইলে তাহার প্রয়োজন হয় না।

প্রবাহ হইতে উদ্ভূত উত্তাপ ( $H = C^2 R$ ) প্রবাহের বর্গ অনুযায়ী হয়। সুতরাং প্রবাহ বেগ অধিক হইলে অধিক পরিমাণ শক্তি উত্তাপে পরিণত হইয়া অপচয় হইয়া যায়। এইজন্ত একস্থান হইতে অপরস্থানে শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে যদি কম চাপের অধিক প্রবাহ প্রয়োজন হয় এবং ঠিক ঐরূপ শক্তিই উৎপাদিত হয় তাহা হইলে পথে তাহাকে অধিক চাপের কম প্রবাহে পরিণত করা হয়, যাহাতে শক্তির অপচয় কম হয়, এবং শক্তি ব্যয়ের স্থানে পুনরায় তাহাকে প্রয়োজন মত কম চাপের অধিক প্রবাহে পুনঃ পরিণত করিয়া লওয়া হয়। অবশ্য ঐরূপ পরিবর্তন কালে কিছু শক্তি ব্যয় হইয়া যাইতে পারে বটে, কিন্তু ঐরূপ পরিবর্তন না করিলে যে ক্ষতি হইত তাহার তুলনায় ইহা অতি অল্প।

এইরূপ অধিক চাপের কম প্রবাহে পরিণত করিবার অপর একটি সুবিধা এই যে প্রবাহ কম বলিয়া সৰু তার ব্যবহার করা চলে, সুতরাং তামার খরচা কম হয়। যথা :—

কোন স্থানে হয়ত ৪৪০ ভোল্টে ১২ আমপেয়ার প্রবাহ প্রয়োজন এবং ইহা ১০ মাইল দূর হইতে সরবরাহ করিতে হইবে ও তথায় যেন ঠিক এইরূপই উৎপাদিত হইতেছে। এই দশ মাইল পথ লইয়া যাইবার জন্য উৎপাদন স্থানে পরিবর্তকের সাহায্যে ইহাকে ৫২৮০ ভোল্টের ১ আমপেয়ার প্রবাহে পরিণত করিয়া পুনরায় শক্তি ব্যয়ের স্থানে ইহাকে ৪৪০ ভোল্টে ১২ আমপেয়ার প্রবাহ করা যাইতে পারে। অতএব দেখা যাইতেছে যে ট্রান্সফরমারের কার্য ইণ্ডাক্সান্ কয়েলের দ্বারা, কেবলমাত্র প্রভেদ এই যে ট্রান্সফরমার সচরাচর অলটার্ণেটিং কারেন্টের ভোলটেজ বৃদ্ধি (Step up) বা ভোলটেজ হ্রাস (Step down) করিবার জন্য ব্যবহৃত হয় কিন্তু ইণ্ডাক্সান কয়েলে ভোলটেজকে একরূপ বর্দ্ধিত করা হয় যেন স্পার্ক হয় এবং ইহা অলটার্ণেটিং ও কন্টিনিউয়াস উভয় প্রকার কারেন্টের সহিত ব্যবহার হয়—কেবলমাত্র কন্টিনিউয়াস কারেন্টের সময় কন্ট্যাক্টমেকার ও ব্রেকার প্রয়োজন হয়।

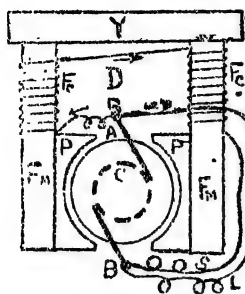
**ম্যাগনেটো :—**যেমন প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী ব্যাটারি হইতে প্রবাহ পাওয়া যায় সেইরূপ ম্যাগনেটো (২২০ চিত্র) ও ডায়নামো হইতে প্রবাহ পাওয়া যাইতে পারে। ডায়নামো সহিত ম্যাগনেটোর কার্যের বিশেষ পার্থক্য নাই—ডায়নামোর রাজ্য-চুম্বক অস্থায়ী কিন্তু ম্যাগনেটোর চুম্বক স্থায়ী।



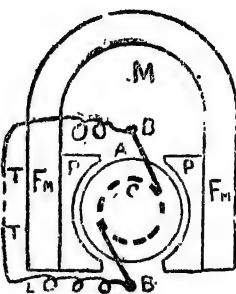
চিত্র—২২০

২২১ চিত্রের ডায়নামো ও ২২২ চিত্রে ম্যাগনেটোর গঠন দর্শিত হইল। এখন ম্যাগনেটোর বিষয় বলা হইবে।

ম্যাগনেটোর কার্যাবলী বুঝিবার প্রয়োজনীয় অংশ ২২৩-২৩০ চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে একটি অশুষ্করূপিত স্থায়ী চুম্বকের দুইটি মেরু ABC একটি



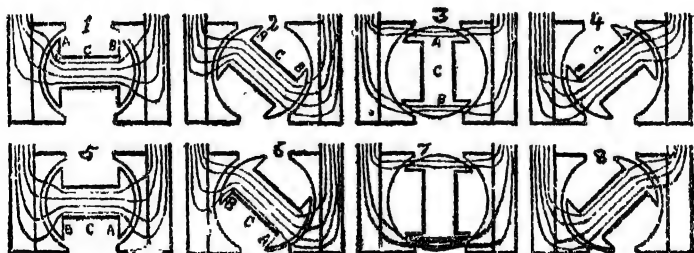
চিত্র—২২১



চিত্র—২২২

H আকৃতি লৌহখণ্ডে (Siemen's H armature) তার জড়ান আছে।

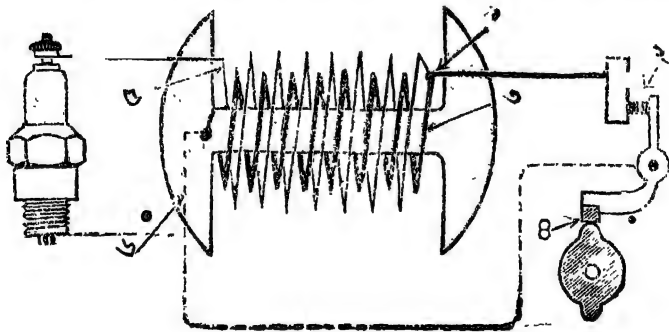
কয়েল সহ আর্মচারটি চুম্বকের মরুদ্বয়ের মাঝে ঘুরিতে থাকিলে, আর্মচার ABC এর মধ্যে বলরেখার অবস্থা কিরূপে পরিবর্তন হয় তাহা



চিত্র—২২৩—২৩০।

২২৩ হইতে ২৩০ চিত্র সাহায্যে কতকটা ধারণা করা যায়। ইহাতে দৃষ্ট হইবে ১ ও ২ অবস্থার মধ্যে আর্মচারের B অংশের মধ্যে স্তরাং কয়েল এর মধ্যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হয় না, কিন্তু ২ হইতে ৪ অবস্থায়

যাইলেই কয়েলের মধ্য দিয়া বলরেখার দিক বিপরীত হইয়া যায় এবং দৃষ্ট হইবে এই দুই অবস্থার মাঝামাঝি ৩ অবস্থায় কয়েলের মধ্য দিয়া কোন বলরেখা যায় না, উহারা A ও C অংশদ্বয় দিয়া একমেরু হইতে অপর মেরুতে যায়। সুতরাং এইস্থানে কয়েলের মধ্যে সম্ভাবন হয় (ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় এবং সম্পূর্ণ পথ পাইলে প্রবাহ উৎপন্ন হয়)। এই সম্ভাবন তইবামাত্র যদি পথের বিচ্ছেদ ঘটান যায় (কন্ট্যাক্ট ব্রেকারের সাহায্যে) তাহা হইলে বিচ্ছেদ কালীন স্থায়ী সম্ভাবন দ্বারা ভোলটেজ পরিবৰ্দ্ধিত হয় এবং লো-টেনসান ম্যাগনেটো হইলে বিচ্ছেদ স্থানের অগ্নিশুল্ক কার্যে ব্যবহৃত হয়। হাই-টেনসান ম্যাগনেটোতে ইণ্ডাকসান কয়েলের মত দুইটি কয়েল আশ্বেচায়ে জড়ান থাকে, চিত্র ২৩১। একটিকে প্রাইমারী বলে, ইহা অপেক্ষাকৃত মোটা তারের ও অল্পসংখ্যক পাক বিশিষ্ট,



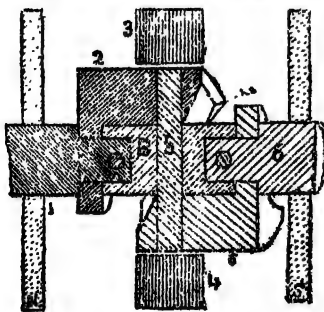
চিত্র—২৩১

অপরটিকে সেকেন্ডারী বলে, ইহা অপেক্ষাকৃত সরু তারের ও অধিকসংখ্যক পাক বিশিষ্ট, এবং সেকেন্ডারীটি প্রাইমারীর উপরে জড়ান হয়। ইহার কার্যপ্রণালী অবিকল ইণ্ডাকসান কয়েলের মত, প্রভেদ এই যে, ইণ্ডাকসান কয়েলে বাহ্যিক হইতে (যথা কোন ব্যাটারি হইতে) প্রবাহ সরবরাহ হয়, কিন্তু ইহাতে; সম্ভাবন দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়। অতএব ৩ অবস্থায়

সম্ভাবন হইবামাত্র প্রাইমারী কয়েলের বিচ্ছেদ স্থানের বিচ্ছেদকালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ কেওয়ার দ্বারা রদ করা হয়, ও সেকেন্ডারী কয়েলে অত্যধিক ভোলটেজ সম্ভাবিত হয় ও তদ্ব্যতীত সেকেন্ডারী কয়েলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয়। এই অত্যধিক ভোলটেজ হেতু স্পার্ক হয় বলিয়া ইহাকে হাই-টেনসান ম্যাগনেটো বলে এবং সেকেন্ডারী কয়েলকে কেহ কেহ হাই-টেনসান কয়েল বলে। উল্লিখিত চিত্র গুলিতে আরও দৃষ্ট হইবে যে ৭ অবস্থায় এইপ্রকার সম্ভাবন হয়, তবে প্রবাহ বিপরীত দিকে উৎপন্ন হয়—অর্থাৎ ইহাতে অলটার্ণেটিং কারেন্ট সৃষ্ট হয়, কিন্তু তাহাতে কার্যের কোন হানি হয় না, কারণ কেবল মাত্র—অগ্নিস্ফুলিঙ্গ প্রয়োজন। অতএব দেখা যাইতেছে যে আর্ম্চেচারের একবার ঘূর্ণনে দুইবার ফলদায়ক সম্ভাবন হইয়া দুইবার অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয়।

সচরাচর সেকেন্ডারী কয়েলের আভ্যন্তরিক শেষভাগ প্রাইমারীর একশেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত হয়, প্রাইমারীর অপর শেষভাগ আর্ম্চেচারের লৌহখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয়, সুতরাং ম্যাগনেটোর লৌহ বা বডি (শরীর) সেকেন্ডারীর এক শেষভাগ ও উহার বাহ্যিক শেষভাগটী অপর শেষভাগ।

উপরে যে প্রকার ম্যাগনেটো বর্ণিত হইল তাহাতে আর্ম্চেচার ঘোরে ও



চিত্র—২৩২

চুম্বকপোল স্থির থাকে,—‘রোটেটিং আর্ম্চেচার টাইপ’ (Rotating armature type)। কোন কোন ম্যাগনেটোতে আর্ম্চেচার স্থির থাকে, চুম্বক পোল ঘোরে, তাহাকে ‘পোলার ইন্ডাক্টর টাইপ’ (Polar Inductor type) বলে, ইহার ছেদ-দৃষ্ট

২৩২ ও ২৩৩ চিত্রে দর্শিত হইল।

২৩২ চিত্রে বলরেখাগুলি কিরূপ পথ দিয়া গমনাগমন করিতেছে তাহা দর্শিত।

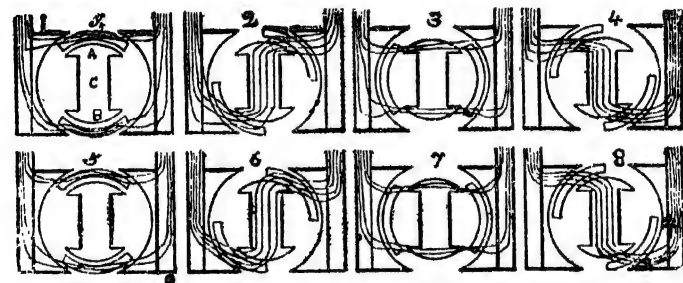
হইয়াছে এবং ঐ চিত্রগুলি হইতে সম্ভাবন কোন সময়ে ঘটে তাহা সহজেই বুঝিতে পারা যাইবে। ২৩২ চিত্রে ঘূর্ণনশীল অংশটির ছেদ-দৃষ্ট দর্শিত হইয়াছে। উহার মধ্য



দ্বিয়া বলরেখার পথ একটি পোল হইতে ১—২—৩—৪—৫—৬ হইতে

চিত্র—২৩৩ (ক, খ, গ)

অপর পোল। B ও b পিত্তল খণ্ড যাহা দ্বারা ২ ও ৫ চিহ্নিত লৌহখণ্ড



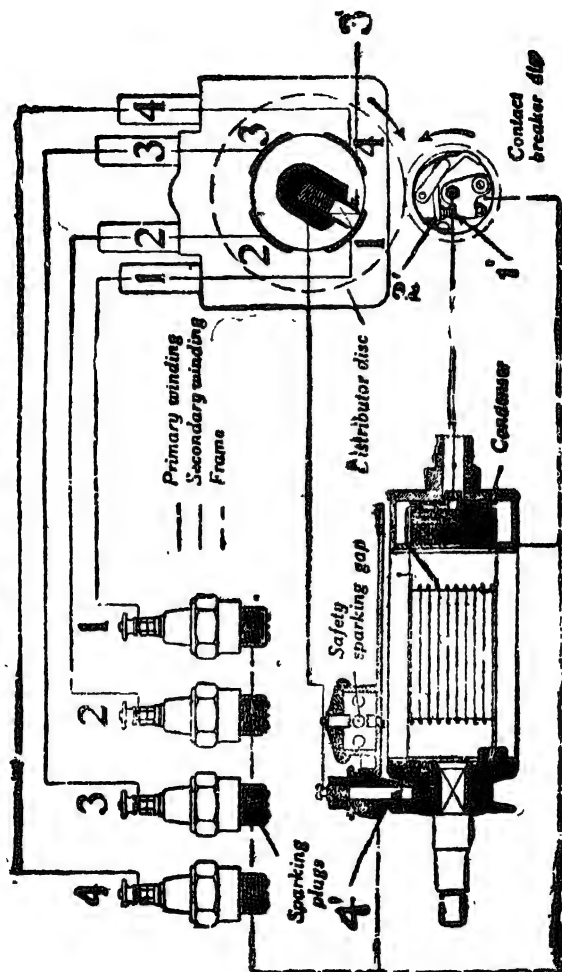
চিত্র—২৩৪—২৪১

বরাবর একদিকে ঘুরিয়া কয়েলের মধ্যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত করে, ২৩৪-২৪১ চিত্র। ইহাকে শ্লিভ ইণ্ডাক্টর টাইপ (Sleeve Inductor type) বলে। এই চিত্রগুলি হইতে দৃষ্ট হইবে যে শ্লিভের প্রত্যেক ঘূর্ণনে চারিবার অগ্নিস্ফুলিঙ্গ দিবার উপযোগী সম্ভাবন হয়, কিন্তু রোটরী আর্শেচার বা পোল টাইপে দুইবার স্পার্ক হয়। ম্যাগনেটর আভ্যন্তরিক সংযোজনাদি ও ইঞ্জিনের প্রাণের সহিত সংযোজন ২৪২ চিত্রে দর্শিত হইল।

ম্যাগনেটো ও ইণ্ডাকশান কয়েল ইঞ্জিনান অর্থাৎ ইন্ধনে অগ্নি সরবরাহের নিমিত্ত ব্যবহার হয়। ইহাদিগের বিশেষ বিবরণ মোটর শিক্ষকে দ্রষ্টব্য।



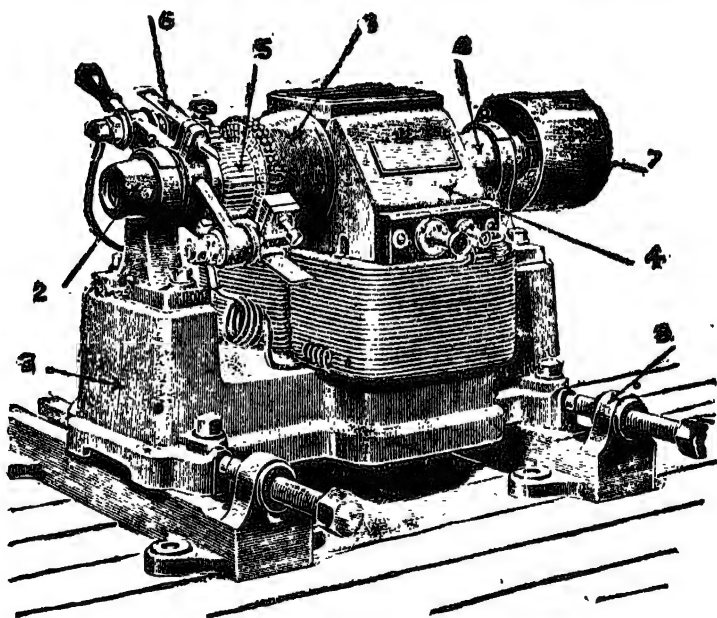
Diagram of Wiring.



## ত্রয়োদশ পরিচয় ।

উৎপাদক বা ডায়নামো (Dynamo) ।

বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপাদক যন্ত্র বা ডায়নামো (Dynamo) বা জেনারেটর (Generator) :—এই যন্ত্রে কার্য্য



চিত্র—২৪৩

শক্তি দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তি অর্থাৎ কার্য্য শক্তির পরিবর্তে বৈদ্যুতিক প্রবাহ উৎপন্ন হয়। সেইজন্য ইহাকে প্রবাহ উৎপাদক যন্ত্র, জেনারেটর বা ডায়নামো বলে। ২৪৩ চিত্রে একটি জেনারেটর দর্শিত হইল।

আমরা পূর্বেই দেখিয়াছি যে, কোন একটি পরিচালক কোন চুম্বক রাজ্যে বলরেখাকে কাটিতে থাকিলে পরিচালকটির মধ্যে পি, ডি, উৎপন্ন হয় ও বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ পাইলে পরিচালকটির মধ্যে প্রবাহ উৎপন্ন হয়, এবং এই প্রবাহের দিক দক্ষিণহস্ত নিয়মানুযায়ী পাওয়া যায়। যে যন্ত্রের দ্বারা এইভাবে প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাহাকে ডায়নামো বলে। সুতরাং ডায়নামোর প্রধান অঙ্গ চুম্বকরাজ্য উৎপাদনের জন্য একটি চুম্বক ও পরিচালক তার বাহাতে, বলরেখা ছেঁদনহেতু, প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। কিন্তু এইভাবে উৎপন্ন প্রবাহের দিক কেবলই উল্টাইয়া বাইতে থাকে বলিয়া বহির্পথে একই দিকে প্রবাহ পাইতে হইলে কমিউটেটর (Commutator) নামক একটি অবলম্বনের সাহায্য প্রয়োজন হয়। এই কমিউটেটরের কার্য গতি পরিবর্তনশীল প্রবাহকে একদিকে গতিবান্ করা। এবং তারগুলিকে ঠিকভাবে স্ব স্ব স্থানে ধরিয়া রাখিবার জন্য আর্মচার (Armature) নামক একটি অবলম্বনের সাহায্য লইতে হয়। এই আর্মচারকে চুম্বক পদার্থ অর্থাৎ লৌহদ্বারা নির্মাণ করা হয়, বাহাতে চুম্বক রাজ্যের তেজ পরিবর্তিত হয়। সুতরাং আর্মচার তারগুলিকে ধরিয়া রাখে ও রাজ্যের তেজ পরিবর্তিত করে। ইহা ব্যতীত বহির্পথের সহিত বৈদ্যুতিক সংযোজনের নিমিত্ত ব্রাস বা ব্রুস (Brush) প্রয়োজন হয়। বলা বাহুল্য যে বৃহৎ যন্ত্রকে ঠিকভাবে খাড়া করিবার জন্য বেডপ্লেট (Bed Plate), ও. বেল্টিং দ্বারা চালিত হইলে টাইট দিবার জন্য স্লাইড রেল (Slide Rail) প্রয়োজন হয়। আর্মচার ও তদুপরি তারকে বৈদ্যুতিক ভাষায় সচরাচর আর্মচার বলে। সুতরাং ডায়নামোকে মোটামুটি এই কয়েকটি অংশে বিভক্ত করা যায় :—

- ১। রাজ্যচুম্বক (Field Magnet)।
- ২। আর্মচার (তারগুলি) (Armature with wires)।
- ৩। কমিউটেটর (Commutator)।

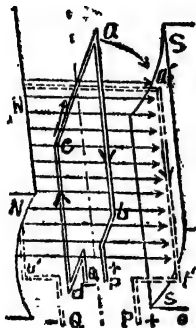
৪। ব্রাশ (Brush)।

৫। বেড প্লেট ও স্লাইড রেল (Bed Plate and Slide Rails)।

**আদিম কার্যাবলী (Fundamental Principle) :—**

একটি পরিচালক (যথা তার) চুম্বকরাজ্যে বলরেখা কাটিতে থাকিলে উহার শেষভাগদ্বয়ে পি, ডি, উৎপন্ন হয় ও উহার শেষভাগদ্বয়কে বৈদ্যুতিক সংযোগ করিলে তাহার ও সংযোজক পথের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে। এখন এই চুম্বকরাজ্যের জন্ত দুইটি বিপরীত মেরু (যেমন অশুষ্করাকৃতি চুম্বকের) ও তাহাদের মধ্যে অবস্থিত একটি তার যেমন A B (চিত্র ২৪৪) অনুমান

করা যাউক। এই তারকে বলরেখা কাটিতে হইলে তারটিকে চলিতে হইবে ও এই চলন দুই প্রকারের হইতে পারে ;—



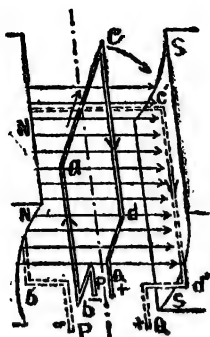
(১) যাতায়াত গতি (Reciprocating motion) বা পর্যায়ক্রমে একবার একদিক হইতে সোজাঅঙ্জি অপর দিকে বাওয়া ও তৎপরেই তথা হইতে বিপরীত দিকে (পূর্বস্থানে) ফিরিয়া আসা।

(২) ঘূর্ণন গতি (Rotary motion) বা সর্বদা কোন একদিকে ঘুরিতে থাকা। যদি মেরুদ্বয়ের

চিত্র—২৪৪ মাঝে তারটির বলরেখার আড়াআড়ি দিকে যাতায়াত গতিদ্বারা বলরেখা ছেদন ঘটিতে থাকে তাহা হইলে নিম্নম মত তারটিতে পি, ডি, ও বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ পাইলে প্রবাহ উৎপন্ন হইবে বটে, কিন্তু তারটির একরূপ যাতায়াত গতি সাধন করা কষ্টসাধ্য। সেইজন্য মেরুদ্বয়ের মাঝে তারের ঘূর্ণন গতি সাধিত হইয়া থাকে।

উক্ত ২৪৪ চিত্রে N ও S একটি অশুষ্করাকৃতি চুম্বকের মেরুদ্বয় ও B A C D একটি তারের চতুর্কোণ ফাঁস। সুতরাং N মেরু হইতে বলরেখাগুলি S মেরুতে যাইতেছে, অতএব মেরুদ্বয়ের মধ্যস্থ স্থানে চুম্বকরাজ্য

হইয়াছে ও এই রাজ্যে ফাঁসটি অবস্থিত আছে। এখন ফাঁসটিকে যদি চিত্রে দর্শিতভাবে ঘুরাইতে থাকি যার তাহা হইলে A C ও B D বল-



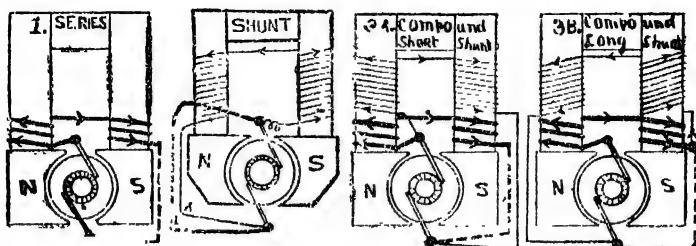
চিত্র—২৪৫

রেখার দিকেই ঘুরিতে থাকে বলিয়া বলরেখা কাটে না। প্রথম অর্ধেক পাক ঘুরিবার সময় ফাঁসের A B অংশ বলরেখা কাটিবার কালে উপরদিক হইতে নীচের দিকে আসিতে থাকে, সুতরাং “দক্ষিণ হস্ত” নিয়মানুযায়ী A B তে প্রবাহ A হইতে B এর দিকে হইবে। C D অংশটি বলরেখা কাটিবার সময় নীচের দিক হইতে উপর দিকে উঠিতে থাকে, সুতরাং ঐ নিয়মানুযায়ী C D এর মধ্যে প্রবাহ D হইতে C এর দিকে হইবে। সুতরাং সমস্ত ফাঁসটির মধ্য দিয়া প্রবাহ D হইতে B তে বহিবে। এখন পরবর্ত্তী অর্ধেক পাক ঘুরিবার সময় A B নীচের দিক হইতে উপর দিকে উঠিতে থাকে, সুতরাং ইহাতে প্রবাহ গতি বিপরীত হইয়া যায়, চিত্র ২৪৫। এবং C D উপর দিক হইতে নীচের দিকে নামিতে থাকে, সুতরাং ইহাতেও প্রবাহ গতি বিপরীত হইয়া যাইবে। অতএব এষ্ট দ্বিতীয় অর্ধেক পাক ঘুরিবার সময় ফাঁসটির মধ্যে প্রবাহ গতি উল্টাইয়া যায় অর্থাৎ B হইতে D তে বহিতে থাকে। সুতরাং যদি B ও D হইতে বহির্গত আশ্রয় হয় তাহা হইলে এই ফাঁসে প্রবাহ গতি উল্টাইবার সহিত বহির্গত প্রবাহ গতি উল্টাইয়া যাইতে থাকিবে। কিন্তু যদি বহির্গত সকল সময়েই একই দিকে প্রবাহ গতি প্রয়োজন হয় তাহা হইলে B ও D এর সহিত বহির্গতের এরূপ সংযোজন হওয়া আবশ্যক যেন প্রবাহ গতি পরিবর্তনের সহিত সংযোজনও বদলাইয়া যায়। যে উপায় দ্বারা ইহা সাধিত হয় তাহাকে কমিউটেটর (Commutator) বলে। ইহার গটন ও কার্য

প্রণালী পরে বর্ণিত হইবে। অতএব এখন আমরা ধরিতে পারি যে ফাঁসটি ঘুরিতে থাকিলে বহির্পথে একই দিকে প্রবাহ যোগান যাইতে পারে।

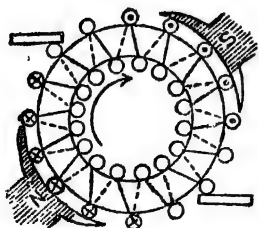
**রাজ্য ও রাজ্য-চুম্বক (Field & Field magnet):—**  
রাজ্য উৎপাদনের নিমিত্ত চুম্বক প্রয়োজন হয়। এই চুম্বক, স্থায়ী (Permanent) বা বৈদ্যুতিক (Electromagnet) হইতে পারে। স্থায়ী চুম্বক অপেক্ষা বৈদ্যুতিক চুম্বকের তেজ খুব অধিক হয় এবং প্রবাহের বেগ পরিবর্তন দ্বারা চুম্বকের তেজকে ইচ্ছানুযায়ী পরিবর্তিত করিতে পারা যায় বলিয়া সচরাচর বৈদ্যুতিক চুম্বকই ব্যবহার হইয়া থাকে। এই চুম্বকের আকার অশঙ্কুরাকৃতি এবং যদিও অনেক স্থলে দেখিতে ঠিক অশঙ্কুরাকৃতি নহে, কার্যে ইহা অশঙ্কুরাকৃতি চুম্বকের ন্যায়। এই বৈদ্যুতিক চুম্বকের ধাতু বাতলা লোহ (Wrought iron) ও ইস্পাত (Steel)। অবশ্য মূল্য, ওজন ও পারকতার দিকে লক্ষ্য রাখিয়া পাতু নির্বাচন করিতে হয়। বৈদ্যুতিক চুম্বকের বেলায় প্রবাহবাহী কয়েল দ্বারা মেরু উৎপাদিত হয়। এই কয়েল কোন কোন স্থলে ইয়োক (Yoke) বা চুম্বকের রাহুদ্বয়ের সংযোজকে পরান থাকে, আবার কোন কোন স্থলে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া, প্রতি বাহুতে একটি করিয়া, দুই বাহুতে দুইটি কয়েল থাকে। কোন কোন স্থলে এই কয়েলকে বাহির হইতে, যথা ব্যাটারি বা অল্প কোন ডায়নামো হইতে, প্রবাহ দিয়া উত্তেজিত করা হয়, ইহাকে পৃথক উত্তেজিত (Separate excitation) বলে। আবার কোন কোন স্থলে ডায়নামোর স্বীয় প্রবাহ দ্বারা ইহাকে উত্তেজিত করা হয়, ইহাকে স্বীয়-উত্তেজিত চুম্বক (Self excitation) বলে। অবশ্য এতলে বুঝিতে হইবে যে প্রথমাবস্থায় কয়েলে প্রবাহ না থাকিলেও চুম্বকের সামান্য পরিমাণ অবশিষ্ট চুম্বকত্ব (Residual magnetism) থাকেই। সেই অবশিষ্ট চুম্বকত্বের রাজ্যে আমেরচারের কয়েল বা তার ঘুরিতে থাকিলে তাহাতে প্রবাহ উৎপন্ন হয়, এই প্রবাহ বিভিন্ন প্রণালীতে গঠিত ডায়নামোর রাজ্য চুম্বকের কয়েলের

মধ্যে বিভিন্ন প্রকারে যাইয়া রাজ্যকে কার্যোপযোগী করে। এই বিভিন্ন উপায়গুলির নাম প্রদত্ত হইল, যথা, স্থায়ী উত্তেজিত ডায়নামোর রাজ্য কয়েল তিন প্রকারে সংযুক্ত হয়—১। সিরিজ, ২। শাণ্ট ও ৩। কম্পাউণ্ড। (চিত্র—২৪৬, ২৪৭, ২৪৮, ২৪৯)।



চিত্র—২৪৬, ২৪৭, ২৪৮, ২৪৯

**আর্মেচার:**—আর্মেচারের বিষয় যদিও পরে বিশদভাবে বর্ণনা করা হইবে, এখানে এইটুকু জানিতে হইবে যে আর্মেচার কোরটি লৌহ নিখিত বলিয়া রাজ্যের বলরেখাগুলি বায়ুপথ পরিত্যাগ করিয়া প্রায় সকলেই

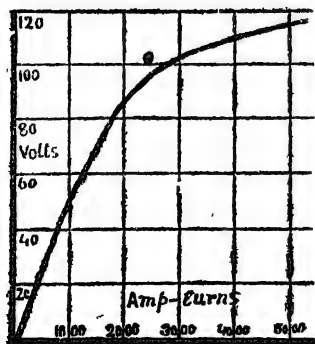


চিত্র—২৫০

আর্মেচারের মধ্য দিয়া গমন করে ও তাহাদের সংখ্যা বিশেষভাবে পরিবদ্ধিত হয় এবং এই আর্মেচারের উপর আর্মেচার কয়েলের পাকসংখ্যা একটি, দুইটি না হইয়া বহুসংখ্যক হয়, যাহাতে সকল সময়েই তাহাদের মধ্যে কোন না কোন পাক অধিক পরিমাণে এবং কোন না কোন পাক অল্প পরিমাণে বলরেখা কাটিতে থাকে ও এইজন্ত সব সময়েই প্রায় একভাব ভোল্টেজ সত্ত্বত হয়। এবং ২৫০ চিত্রে দর্শিতভাবে বিপরীত তারদ্বয়ে ত্রাস দুইটি সংযুক্ত থাকে, সুতরাং এই ত্রাসদ্বয় দ্বারা আর্মেচারের কয়েলটি দুইভাগে বিভক্ত হয় ও এই ভাগদ্বয় ত্রাস দুইটির মধ্যে প্যারালাল

ভাবে সংযুক্ত এবং প্রত্যেক ভাগের পাকগুলি সিরিজে সংযুক্ত। সুতরাং প্রত্যেক ভাগের বিভিন্ন পাকের পি, ডি,র সমষ্টি ত্রাস দুইটির মধ্যে পি, ডি, এবং ভাগদ্বয়ের প্রবাহের সমষ্টি ত্রাস দুইটির মধ্যে প্রবাহের সমান।

**রাজ্যের সহিত ব্রাসের সম্পর্ক :—** বাহির হইতে প্রবাহ দ্বারা রাজ্য কয়েলকে উত্তেজিত অনুমান করিলে এই বিষয়টি সহজে বোধগম্য হয় বলিয়া আমরা এস্থলে তাহাট ধরিব। যদি রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া যায় এবং আমেরচারকে ঘুরাইতে থাকা যায় তাহা হইলে ডারনামোতে কোন নির্দিষ্ট ভোল্টেজ উৎপন্ন হইবে। রাজ্যতেজ যত অধিক হইবে ও আমেরচারের ঘূর্ণনগতি যত অধিক হইবে, আমেরচার কয়েলের প্রতি তারের পাকের পি, ডি, ততই অধিক হইবে এবং যেহেতু আমেরচার কয়েলের অর্ধেক পাকসংখ্যা সিরিজে সংযুক্ত, এই অর্ধেক কয়েলের শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি, অর্থাৎ ত্রাস দুইটির ই, এম, এফ, পাকের সংখ্যারূপে পরিবর্দ্ধিত হইবে। যথা, যদি একটি আমেরচারকে মিনিটে ৫০০ বার ঘুরান হয় ও তৎপরে মিনিটে ১০০০ বার ঘুরান হয়, তাহা



চিত্র—২৫১

হইলে দ্বিতীয়বারে প্রথমবারের দ্বিগুণ ই, এম, এফ, হইবে। যদি চুম্বক-কর প্রবাহ বেগকে বর্দ্ধিত করা যায় তাহা হইলে আমেরচারের ই, এম, এফ, বাড়িবে বটে, কিন্তু সম-অনুপাতে নহে। কারণ লোহের চুম্বকীভবনের একটি সীমা বা সীমা আছে এবং লোহের চুম্বকত্ব এই সীমার নিকটবর্তী হইলে, চুম্বককর বলের অর্থাৎ চুম্বককর আমপেয়ার পাকের অধিক

পরিবর্দ্ধন ঘটিলে তবে চুম্বকত্বের সামান্য পরিবর্দ্ধন ঘটে। ২৫১ চিত্র হইতে



ইহা বেশ সহজে বুদ্ধিতে পারা যাইবে। এই গ্রাফ চিত্রে শায়িত রেখায় আমপেয়ার পাক ও খাড়া রেখায় আর্মেচারে উৎপন্ন ভোল্টেজ পরিমিত হইয়াছে। ইহা হইতে দেখা যাইবে যে ১০০০ আমপেয়ার পাকে যত ভোল্ট হয়, ২০০০ আমপেয়ার পাকে প্রায় তাহার দ্বিগুণ ভোল্ট হয়, কিন্তু ৩০০০ আমপেয়ার পাকের সময় ভোল্টেজের বৃদ্ধিহার কিছু কমিয়া যায় এবং তাহার পরেও কয়েককে যতই ক্রমশঃ উত্তেজিত করা যাইতে থাকিবে ভোল্টেজ বাড়িতে থাকে বটে, কিন্তু বৃদ্ধিহার ক্রমেই কমিয়া যাইতে থাকে। সুতরাং এই রাজ্য তেজের সহিত তুলনায় ভোল্টেজের পরিমাণ নির্দেশক রেখাটি প্রথমে খাড়াভাবে উঠে ও পরে ক্রমশঃ শায়িত অবস্থা প্রাপ্ত হয়। এই রেখাকে ডায়নামোর খোলা পথে ই, এম, এফ, বিশেষত্ব রেখা ( E. M. F. Characteristic Curve ) বলে। চলিত ভাষায় ইহাকে চুম্বকীভবন বিশেষত্ব (Magnetisation Characteristic) রেখা বলে।

উপরে যে প্রকার ডায়নামোর চুম্বকীভবন বিশেষত্ব রেখা দেওয়া হইয়াছে ঐ প্রকার ডায়নামো হইতে ১১০ ভোল্ট পাইতে হইলে চুম্বক বাহুতে প্রায় ৪০০০ আমপেয়ার পাক প্রয়োজন হইবে। এই ৪০০ আমপেয়ার পাক মোটা তারের ৪০টি পাকের মধ্য দিয়া ১০০ আমপেয়ার প্রবাহ দিয়া পাওয়া যাইতে পারে। অথবা ২০০০ পাকের মধ্য দিয়া ২ আম্প প্রবাহ দিয়া পাওয়া যাইতে পারে। প্রথম দৃষ্টান্তে কয়েলের তারটি মোটা ও পাকসংখ্যা অল্প বলিয়া উহার বাধা কম, সুতরাং প্রবাহ পামাইবার জন্ত অল্প ভোল্ট প্রয়োজন হয়, যথা প্রায় যেন ২ ভোল্ট; কিন্তু দ্বিতীয় দৃষ্টান্তে তারটি সরু ও পাকসংখ্যা বহু বলিয়া উহার বাধাও অধিক, সুতরাং প্রবাহ পাঠাইবার জন্ত ভোল্টেজও অধিক প্রয়োজন হইবে, যথা, প্রায় ১০০ ভোল্ট। কিন্তু উভয় দৃষ্টান্তেই উত্তেজনার জন্ত যে শক্তি প্রয়োজন হয় তাহা যদি ওয়াটে (Watt = C × E) মাপা যায় তাহা হইলে দেখা যাইবে যে তাহার সমান, ১০০ আম্প × ২ ভোল্ট = ২ আম্প × ১০০ ভোল্ট = ২০০ ওয়াট।

**ভোল্টেজ পতন ( Voltage drop ) :—**ইহা দুইটা কারণ বশতঃ ঘটে—১। আর্মেচারের তারের বাধা অতিক্রম করিবার জন্য আভ্যন্তরিক পথে ভোল্টেজ পতন ও ২। আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া ( Armature Reaction ) হেতু ভোল্টেজ হ্রাস।

**আভ্যন্তরিক বাধায় ভোল্টেজ পতন ( Voltage drop in internal circuit ) :—**ডায়নামোকে যদি বাহিরে প্রবাহ যোগাইতে হয় তাহা হইলে ব্রাসভোল্টেজ কমিয়া যাইবে। ব্যাটারিতেও এরূপ হয় আমরা দেখিয়াছি। ডায়নামোর আর্মেচার তারের কিছু বাধা আছে, ইহাকে ডায়নামোর আভ্যন্তরিক বাধা বলে। বহির্পথে প্রবাহ বহিতে হইলে তাহাকে এই আভ্যন্তরিক পথেও বহিতে হয়, সুতরাং বহির্পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে যেমন কিছু ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়, সেইরূপ এই আভ্যন্তরিক পথের বাধা অতিক্রম করিতেও কিছু ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়। আর্মেচারের মধ্যে যে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় তাহার কিছু অংশ এই আভ্যন্তরিক পথের বাধাকে অতিক্রম করিতে প্রয়োজন হয় ও বাকী অংশ বাহ্যিক পথের বাধাকে অতিক্রম করে। সুতরাং সম্পূর্ণ পথে, অর্থাৎ বাহ্যিক পথে প্রবাহ বহিবান সময়, টার্মিনাল ভোল্টেজ বা ব্রাসভয়ের মধ্যে পি,ডি, সম্ভাবিত ই,এম,এফ,অপেক্ষা কম হয়। আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহাইতে যে ভোল্টেজ প্রয়োজন হয় তাহাকে আভ্যন্তরিক পথে ভোল্টেজ পতন ( Voltage drop ) বলে, এই ভোল্টেজ পতন  $C = \frac{E}{R}$  হইতে  $E = C R$  এই সম্বন্ধ দ্বারা পাওয়া যায় (  $R$ —আর্মেচারের বাধা ও  $C$ —প্রবাহ )। সুতরাং প্রবাহ যত অধিক হইবে ভোল্টেজ পতন ততই অধিক হইবে।

**আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া বা দি-একশান ( Armature Reaction ) :—**আভ্যন্তরিক পথে পতন ছাড়া অত্র এক কারণ বশতঃ

ভোল্টেজ হ্রাস হয়, তাহাকে আর্মেচার রি-একসান বলে। ইহা একপ্রকার সম্ভাবনের পরিচয়ে বলা হইয়াছে। সেখানে দেখা গিয়াছে যে সম্ভাবিত প্রবাহের দিক একরূপ যে উহা গতিবান্ পরিচালককে বিপরীত দিক গতিদান করিয়া উহার গতিরদ বা হ্রাস করিবার প্রয়াস পায়। সেইরূপ এখানেও আর্মেচারের ঘূর্ণন গতিকে রদ বা হ্রাস

করিবার চেষ্টা করে, তদ্ব্যতীত সম্ভাবিত

ই,এম,এফ,এর পরিমাণ কমিয়া যায়।

ইহাকে আর্মেচার রি-একসান বলে।

80

60  
Volts

40

Amperes  
10 20 30 40 50

চিত্র—২৫২

দ্রষ্টব্য :—যে পরিচালকগুলিতে

প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, ( আর্মেচারে

জড়ান তারগুলি, ইহাদের বিপরীত

দিকে গতি প্রাপ্তির আশঙ্কা থাকে

বলিয়া ) তাহাদিগকে আর্মেচারের

লৌহখণ্ডের উপর দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ

করিবার বান্ধাবস্ত করিতে হয়, যথা, খাজের মধ্যে জড়াইতে হয়।

আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া ও আভ্যন্তরিক পথে পতন হেতু উৎপন্ন ভোল্টেজ সম্পূর্ণ ভাবে বহির্পথে পাওয়া যাইতে পারে না; এবং ডায়নামো হইতে যত অধিক প্রবাহ লওয়া যাইবে, বহির্পথে প্রযুক্ত্য ভোল্টেজ ততই কমিয়া যাইবে। ২৫২ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে একটা ১১০ ভোল্টের ডায়নামো হইতে প্রবাহ না লইলে উহাতে প্রায় ১১০ ভোল্ট উৎপন্ন হয়, কিন্তু ১০ অ্যাম্প করিয়া প্রবাহ হইতে থাকিলে মোটে ১০৯ ভোল্ট চাপ পাওয়া যায়, ২০ অ্যাম্প হইলে প্রায় ১০৭ ভোল্ট ৩০ অ্যাম্প হইলে প্রায় ১০৪ ভোল্ট, ৪০ অ্যাম্প হইলে প্রায় ১০০ ভোল্ট ইত্যাদি প্রকারের চাপ বহির্পথে পাওয়া যায়। একরূপ রেখাকে সম্পূর্ণপথের বিশেষত্ব রেখা ( Closed circuit characteristic curve ) বলে।

সিরিজ ডায়নামো (Series Dynamo) :—ইহাতে ডায়নামোর পোলশয়ের সহিত রাজ্যের কয়েল ও বহির্পথ বা লাইন সিরিজে

সংযুক্ত হয়, অর্থাৎ আমেরচারের একটি ব্রাস কয়েলের এক শেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত হয়, কয়েলের অপর শেষভাগটি লাইনের একটি তারের সহিত ও লাইনের অপর তারটি আমেরচারের দ্বিতীয় ব্রাসের সহিত, এই ভাবে সংযুক্ত হয়। ইহাতে আমেরচারের সমস্ত প্রবাহ রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া গিয়া তবে লাইনে প্রবাহিত হয় এবং একই প্রবাহ পর পর করিয়া প্রত্যেকটির মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। অতএব রাজ্যকয়েল প্রবল প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত হয়, সুতরাং উহার অল্প সংখ্যক পাকদ্বারা প্রয়োজন মত চুষককর বল পাওয়া যায়। সেইজন্য সিরিজ ডায়নামোতে রাজ্য কয়েলের পাকসংখ্যা অল্প হয় এবং বাহাতে উহা প্রবল প্রবাহ বহনক্ষম হইতে পারে তজ্জন্য মোটা তার ব্যবহৃত হয়, সুতরাং রাজ্যকয়েলের বাধা অতি অল্প হয়। ইহাতে যদি বহির্পথ খোলা থাকে তাহাঁ হইলে লাইন, আমেরচার বা রাজ্যকয়েলের মধ্যে প্রবাহ বহিতে পায় না, সুতরাং রাজ্যকয়েলও উত্তেজিত হয় না। কিন্তু রাজ্য-কয়েল উত্তেজিত না হইলেও, চুষকের কিছু পরিমাণ অবশিষ্ট (residual) চুষকত্ব থাকা হেতু আমেরচারের ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে সামান্য পরিমাণে কিছু পি, ডি, উৎপন্ন হয়—অবশ্য এই পি, ডি, পরিবর্দ্ধিত হইতে পায় না। অতএব দেখা যাইতেছে যে সিরিজ ডায়নামোর বহির্পথ খোলা অবস্থায় ভোল্টেজ অতি অল্প হয় বা কার্য্যতঃ প্রায় কিছুই হয় না। এখন যদি বহির্পথ সংযুক্ত করা যায় (যথা ২৫৩



চিত্রে কতকগুলি বাতির দ্বারা এই সংযোজন করা হইয়াছে) তাহা হইলে এই সামান্য ভোল্টেজ হেতু লাইন, আমেরচার ও রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া সামান্য

চিত্র—২৫৩ প্রবাহ বহিবে ও রাজ্য-কয়েল সামান্য উত্তেজিত হইবে, তজ্জন্য রাজ্যতেজ পরিবর্দ্ধিত হইবে ও সেই সঙ্গে ই, এম, এফ, এবং প্রবাহ বেগ বর্দ্ধিত হইবে ও তজ্জন্য রাজ্যতেজ পূর্বের মত আরও

পরিবর্তিত হইবে। যদি লাইনের বাধা অধিক হয়, তাহা হইলে প্রবাহ বেগ অল্প হইবে, সুতরাং ই, এম, এক, ও অল্প হইবে। কিন্তু যদি বহির্শণের বাধা অল্প হয় (যথা ঐ বাতিগুলির সহিত আরও কতকগুলি বাতি প্যারালালভাবে সংযুক্ত করিয়া দিলেই বাধা অল্প হইয়া যাইবে) তাহা হইলে সমস্ত পথটির মধ্য দিয়া প্রবাহবেগ বাড়িয়া যাইবে, সুতরাং চুম্বক অতি প্রথর ভাবে চুম্বকীভূত হইবে ও ই, এম, এক, ও অধিক হইবে। অতএব দেখা যাইতেছে যে সিরিজ ডায়নামোতে ভার (Load) বাড়াইতে থাকিলে উহার ভোল্টেজ বাড়িতে থাকে। কিন্তু এই ভোল্টেজ বৃদ্ধির একটি সীমা আছে। কারণ চুম্বকের তেজ বরাবর বাড়িয়া যাইতে পারে না, উহা পূর্ণ প্রাপ্তির (Saturation) পর এক ভাব রহিয়া যায়। আবার আমেচারের মধ্যে ভোল্টেজের কিছু পতন হয়, আমেচারের মধ্যে প্রবাহ বেগ যত অধিক হইবে এই ভোল্টেজ পতনও ততই অধিক হইবে। সুতরাং ডায়নামোতে কোন নির্দিষ্ট ভোল্টেজ হইবার পর যখন চুম্বক আর প্রথর হইতে পারে না, তখন ভার বাড়াইতে থাকিলে, বাধা হ্রাস হেতু প্রবাহ বেগ বাড়িয়া যাইতে থাকে বলিয়া আমেচারের মধ্যে অধিকতর ভোল্টেজ পতন ঘটিতে থাকে ও তজ্জন্ত টার্মিনাল ভোল্টেজ বা ব্রাসহলের পি, ডি, উত্তোরস্তর কমিয়া যাইতে থাকে। অতএব দেখা যাইতেছে যে সিরিজ ডায়নামোতে যতক্ষণ ভার খুব বেশী নয়, ভারবৃদ্ধির সহিত ভোল্টেজ বৃদ্ধি ঘটিতে থাকে, পরে ভার আরও বাড়াইলে ভোল্টেজ কিছুক্ষণের জন্য এক ভাব থাকে ও তৎপরে ভার আরও বাড়াইলে ভোল্টেজ কমিয়া যাইতে থাকে। প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত পরিবর্তনশীল সংখ্যক বাতি (Glow lamp) সিরিজ ডায়নামোর সাহায্যে প্রজ্জ্বলিত করা চলে না। কারণ বাতির সংখ্যার সহিত ভোল্টেজ পরিবর্তিত হইতে থাকে সুতরাং বাতিগুলির ক্যান্ডল পাওয়ার (Candle Power.

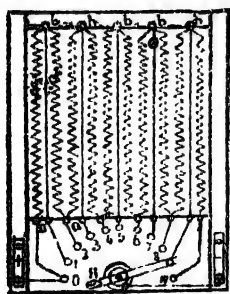
C. P.) বদলাইতে থাকে। কিন্তু যদি প্রজ্জ্বলিত বাতির সংখ্যা অপরি-  
বর্তিত রাখা যায় তাহা হইলে সিরিজ ডায়নামো ব্যবহার করা চলে  
বটে, কিন্তু এরূপ ব্যবহার বড় একটা হয় না। পূর্বে আর্কলাইট  
(Arc light) জ্বালাইবার জন্য সিরিজ ডায়নামো খুব ব্যবহার হইত, কিন্তু  
আজকাল ইহা'র ব্যবহার কমিয়া গিয়া সার্ট ডায়নামো ব্যবহার হইতেছে।

**সার্ট ডায়নামো (Shunt Dynamo) :—**চিত্র ২৫৪,  
ইহাতে ডায়নামোর পোলদ্বয়ের সহিত রাজ্য কয়েল ও লাইন সার্ট বা  
প্যারালল ভাবে সংযুক্ত অর্থাৎ আর্মচারের একটি ব্রাসের সহিত রাজ্য  
কয়েলের একশেষভাগ ও লাইনের একটি তার সংযুক্ত  
হয়, এবং কয়েলের অপরশেষভাগটি ও লাইনের  
দ্বিতীয় তারটি দ্বিতীয় ব্রাসের সহিত সংযুক্ত হয়।

চিত্র—২৫৪ ইহাদিগের মধ্যে লাইনকে প্রধান পথ (Main  
Circuit) ও রাজ্য কয়েলকে শাখাপথ (Shunt circuit) বলে। এরূপ  
সংযোজনে ব্রাদ্বয়ের মধ্যে যে পি, ডি, লাইনের তারদ্বয়ের মধ্যে সেই  
পি, ডি, ও রাজ্য কয়েলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যেও সেই পি, ডি, হয়, অর্থাৎ  
রাজ্যকয়েল, আর্মচারের মধ্যে যে সমান্তর ভোল্টেজ পতন হয় তাহা স্বেচ্ছায়  
ডায়নামোর ভোল্টেজের যাহা বাকী থাকে, তদ্বারা উত্তেজিত হয়। অত-  
এব ইহা খুব অধিক অর্থাৎ প্রায় ডায়নামোর ভোল্টেজ দ্বারা উত্তেজিত  
হয়। সুতরাং প্রবাহ বেগ কম রাখিবার জন্য এই রাজ্য কয়েলের বাধাকে  
অধিক করিতে হয়, তজ্জন্য সরু তারের অধিক সংখ্যক পাক ব্যবহার করা  
হয়। এস্থলে সিরিজ ডায়নামোর বিপরীত ভাবে আমপেয়ার বা প্রবাহকে  
কম রাখিয়া পাক সংখ্যাকে বাড়াইয়া প্রয়োজন মত আমপেয়ার পাক প্রস্তুত  
করা হয়। নচেৎ আমপেয়ার অধিক হইলে আর্মচারে মোটা তার  
ব্যবহার করিতে হয়। তাহাতে আর্মচার কয়েলে তাপের উৎপত্তি অধিক  
লাগে। ডায়নামোকে হালকা করিবার জন্য ও তা'র সাজান করিবার জন্য

রাজ্য কয়েলের বাধাকে অধিক করিতে হয়, এবং এই বাধা আমেরচার বা লাইনের বাধার সহিত তুলনায় খুবই অধিক হয়। অতএব লাইনের সংযুক্ত অবস্থায় আমেরচারের প্রবাহ রাজ্য কয়েল ও লাইনের বাধার বিপরীত অল্পপাতে বিভক্ত হইয়া লঘু প্রবাহটি রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া ও গুরু প্রবাহটি লাইনের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। সাণ্ট ডায়নামোকে প্রথম চালাইতে হইলে সিরিজ ডায়নামোর মত লাইনকে সংযুক্ত রাখিলে চলিবে না। কারণ যেহেতু প্রবাহ কৈম বাধাদায়ক পথ দিয়া প্রবাহিত হয়, প্রথম হইতেই যদি লাইন সংযুক্ত থাকে তাহা হইলে সামান্য অবশিষ্ট চুম্বকের ক্ষীণ রাজ্য আমেরচারের ঘূর্ণন দ্বারা সম্ভাবিত সামান্য ই, এম, এফ, হেতু সামান্য প্রবাহের প্রায় সমস্তটুকুই লাইনের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকিবে, সুতরাং রাজ্যকয়েল উত্তেজিত হইবে না ও ভোল্টেজ বাড়িবে না। এইজন্য প্রথমতঃ লাইনকে উন্মুক্ত রাখিয়া সামান্য অবশিষ্ট চুম্বকের ক্ষীণ রাজ্য আমেরচারকে ঘুরাইতে হয়, বাহাতে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, হেতু সামান্য প্রবাহের সমস্তটুকুই রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া উঠাকে উত্তেজিত করে ও তজ্জন্য রাজ্যের তীক্ষ্ণতা কিয়ৎ পরিমাণে বৃদ্ধি হেতু সম্ভাবিত ই, এম, এফ, ও প্রবাহের পরিমাণ কিছু বাড়িয়া যায় ও এইরূপে পরস্পর পরস্পরকে উত্তোরোত্তর বৃদ্ধি করিতে থাকে, যতক্ষণ না ডায়নামোটি পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়, তখন লাইন সংযুক্ত করা হয়। অবশ্য লাইন সংযুক্ত করিবামাত্র ভোল্টেজ পতন হয়। যথা একটি ১১০ ভোল্টের সাণ্ট ডায়নামো লইলে লাইনের অসংযুক্ত অবস্থায় উহার ভোল্টেজ প্রায় ১১০ ভোল্ট হইবে। এখন যদি লাইনে কতকগুলি প্যারাললে সজ্জিত বাতিকে সুইচ দ্বারা সংযুক্ত করা যায় ও তজ্জন্য ডায়নামোকে ১০ আমপেরার প্রবাহ যোগাইতে হয় তাহা হইলে ইহার ফলে আমেরচারের তারের বাধার অর্থাৎ আন্তরিক পথে ভোল্টেজ পতন ও আমেরচারের প্রতিক্রিয়া (Reaction) হেতু টার্মিনাল বা স্রাস-

দ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ কমিয়া প্রায় ১০২ ভোল্ট দাঁড়াইবে। সুতরাং এখন রাজ্য কয়েলের শেষভাগে আর ১১০ ভোল্টের সহিত সংযুক্ত নহে, ১০২ ভোল্টের সহিত সংযুক্ত, অতএব চুম্বককর প্রবাহ অর্থাৎ রাজ্য-কয়েলের মধ্যে প্রবাহ কিছু কমিয়া যাইবে, সুতরাং উত্তেজনাও কিছু কম হইবে ও সেই হেতু ডায়নামো ভোল্টেজের আরও কিছু পতন হইবে। যদি আরও কতকগুলি প্যারাললে সংযুক্ত বাতির সংখ্যা বৃদ্ধি দ্বারা ভার বাড়াইয়া ২০ আম্পেরার প্রবাহ লওয়া হয় তাহা হইলে দৃষ্ট হইবে যে পৃথক উত্তেজিত ডায়নামোতে ভোল্টেজ কমিয়া ১০৭ ভোল্ট হয় কিন্তু স্বীয় উত্তেজিত সাণ্ট ডায়নামোতে ঐ ভারেই উহা আরও পতিত হইয়া প্রায় ১০৫ ভোল্ট দাঁড়ায় এবং আরও ভার বৃদ্ধি করিয়া ৩০ আম্পেরার করিয়া প্রবাহ লইতে থাকিলে উহা পতিত হইয়া প্রায় ১০০ ভোল্ট দাঁড়ায় এবং পৃথক উত্তেজিত যন্ত্রে ইহা প্রায় ১০৩ ভোল্ট হইয়াছিল। অতএব দেখা যাইতেছে যে সিরিজ ডায়নামোর বিপর্যাসে ভাবে সাণ্ট ডায়নামোতে স্বীয় উত্তেজিত ডায়নামোর ত্রাস, তবে কিছু অধিকতর হারে, ভার বৃদ্ধির সহিত ভোল্টেজ পতিত হয়। সুতরাং স্পষ্টতই পৃথক উত্তেজিত ডায়নামোর



চিত্র—২৫৫

গ্রায় সাণ্ট কয়েলের সহিত পরিবর্তনীয় বাধা (Regulating resistance), চিত্র ২৫৫, সাহায্যে ভোল্টেজকে প্রয়োজনমত কম বেশী করা যাইতে বা একভাবে রাখা যাইতে পারে।

### রাজ্য কয়েলের উত্তেজনাঃ—

একটি ১১০ ভোল্ট ডায়নামোর কয়েল কর্তৃক উত্তেজনা একরূপ হওয়া প্রয়োজন যে, কোনরূপ ভার না থাকিলে অর্থাৎ লাইনের খোলা অবস্থায়

যেন আর্শচারের ভোল্টেজ ১১০ ভোল্ট হয়, এমন কি রাজ্যকয়েলের শেষ ভাগে মধ্য পি, ডি, কেবলমাত্র ৯০ ভোল্ট হইতে পারে, বাকী



২০. ভোল্ট সান্ট রেগুলেটর (regulator) এ পতিত হইয়াছে। ক্রমশঃ যত ভার বাড়িতে থাকে সান্ট কয়েলের এই পরিবর্তনীয় বধাকে ক্রমশঃ কমাইয়া সান্ট বা রাড্যকয়েলের মধ্যে প্রবাহের বেগ বাড়াইয়া রাড্যের প্রাথম্য পরিবর্তন দ্বারা ডায়নামোর ভোল্টেজ একভাব করা হয়। আজ-কাল সর্বত্র সান্ট ডায়নামোই প্রচুর ভাবে ব্যবহার হইতেছে। ইহার দ্বারা ব্যাটারি চার্জ করা, আলোজালান, প্রভৃতি সকল কার্যই হইয়া থাকে। তবে কোন কোন প্রকার কার্যের জন্য কম্পাউণ্ড ডায়নামো ব্যবহার হয়, কিন্তু ইহা তত অধিক প্রচলিত নহে।

**কম্পাউণ্ড ডায়নামো (Compound Dynamo) ১—**  
ইহা সিরিজ ও সান্ট ডায়নামোর সংমিশ্রণ চিত্র ২৫৬-২৫৭। বস্তুতঃ ইহা সান্ট ডায়নামোই, কেবলমাত্র আবশ্যক অনুযায়ী অল্প সংখ্যক পাকের একটি ছোট সিরিজ কয়েল থাকে। ইহা অল্প সংখ্যক পাকের সান্ট কয়েল বিশিষ্ট



সিরিজ ডায়নামো নহে। এই যন্ত্রের সুবিধা এই যে, সান্ট কয়েল ছাড়া সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি পাক আছে বলিয়া, যে কোন পরিমাণ

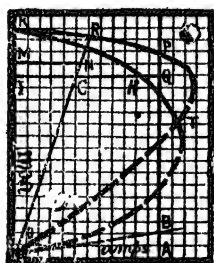
প্রবাহ লওয়া হউক না কেন টার্মিনাল দুয়ের মধ্যে ভোল্টেজ একভাব রাখা চলে। অবশ্য কেবলমাত্র সান্ট যন্ত্রে আর্মেচারের ঘূর্ণন গতিকে বা রেগুলেটর সংযুক্ত সান্ট কয়েলের বাধাকে ঠিকমত পরিবর্তন দ্বারা ভোল্টেজ একভাব রাখা চলে বটে, কিন্তু এই উভয় কার্যের যে কোনটাতেই পরিচর্যা প্রয়োজন হয়, কিন্তু কম্পাউণ্ডে উহা নিজে নিজেই ঠিক করে। সান্ট যন্ত্রে ভারবৃদ্ধির সহিত চাপ বা ভোল্টেজ কমিয়া যায় ও সিরিজ যন্ত্রে উহা বাড়িয়া যায়, সুতরাং সান্ট কয়েলের সহিত ঠিক হিসাব মত সিরিজ কয়েল ব্যবহার করিলে উহা নিজে নিজেই সকল ভারেই টার্মিনালদ্বয়ের মধ্যে প্রায় একভাব চাপ বা ভোল্টেজ দিবে।

**ওভার কম্পাউন্ডিং (Over Compounding) :**—বদি পূর্বোক্ত হিসাব ছাড়া আরও অধিক সংখ্যক সিরিজ পাক ব্যবহার করা যায় তাহা হইলে প্রবাহ বৃদ্ধির সহিত টার্মিনালদ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ বাড়িতে থাকিবে; এবং দূরবর্তী কোন স্থলে প্রবাহ যোগাইতে হইলে লাইনে যে ভোল্টেজ পতন হয় তাহা ইহা দ্বারা ‘কাটান’ করা চলে ও তথায় একভাব ভোল্টেজের প্রবাহ পৌঁছিতে পারিবে। সুতরাং কেবলমাত্র যে টার্মিনালদ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ একভাব করা যায় তাহা নহে, দরকার যত কিছু অধিক সংখ্যক সিরিজ পাক ব্যবহার দ্বারা কোন দূরবর্তী স্থানে সমভাব ভোল্টেজ যোগাইতে পারা যায়। এবং এই উদ্দেশ্যে ঐ অধিক সংখ্যক সিরিজ পাক ব্যবহারকে ‘ওভার কম্পাউন্ডিং’ বলে।

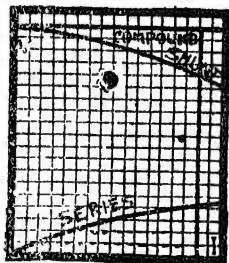
**ডায়নামোর বিশেষত্ব রেখা (Characteristic curves of Dynamos)**—  
আমিটারের নির্দিষ্ট ঘূর্ণন গতিতে কোন ডায়নামোর প্রবাহ বেগ পরিবর্তনের সহিত



চিত্র—২৫৮



চিত্র—২৫৯



চিত্র—২৬০

চাপ বা ভোল্টেজ পরিবর্তনের সম্বন্ধ গ্রাফ কাগজে লিপিবদ্ধ করিলে যে রেখা পাওয়া যায় তাহাকে উহার বিশেষত্ব রেখা বা ‘ক্যারাক্টারিস্টিক কার্ভ’ বলে। এই রেখা পাইতে হইলে ডায়নামোকে প্রায় ১৫ মিনিট কাল চালাইয়া উহাকে একভাব অবস্থায় আনিতে হয়, তৎপরে উহার ঘূর্ণন গতি ঠিক রাখিয়া আমিটার দ্বারা বহির্পথের প্রবাহ ও ভোল্টমিটার দ্বারা টার্মিনালদ্বয়ের মধ্যে চাপ মাপিয়া লইতে হয়। এইরূপে প্রাপ্ত বিভিন্ন প্রবাহকে শাসিত রেখায় ও তাহার চাপকে খাড়া

রেখায় লিপিবদ্ধ করিয়া দে রেখা পাওয়া যায় তাহাকে 'বাহ্যিক বিশেষত্ব রেখা' ( External Characteristic Curve ) বলে। কারণ ইহা হইতে বাহ্যিক প্রবাহের সহিত বাহ্যিক ভোল্টেজের সম্বন্ধ দেখা যায়। বাহ্যিক ভোল্টেজের সহিত আমেরচারের মধ্যে পতিত ভোল্টেজ যোগ করিয়া যে মোট ভোল্টেজ হয় এবং মোট প্রবাহ ( ইহা সিরিজ যন্ত্রে বাহ্যিক পথের প্রবাহ কিন্তু সার্ট যন্ত্রে বাহ্যিক পথের ও সার্ট করেলের প্রবাহের সমষ্টি ) লিপিবদ্ধ করিয়া যে রেখা হয় তাহাকে মোট বিশেষত্ব রেখা ( Total Characteristic Curve ) বলে। যথা ২৫৮ চিত্রে C Q E সিরিজ ডায়নামো'র বাহ্যিক বিশেষত্ব রেখা ও O P T মোট বিশেষত্ব রেখা, O A প্রবাহ, A Q তখনকার টার্মিনাল ভোল্টেজ ও P Q আমেরচারের মধ্যে ভোল্টেজ পতন নির্দেশ করিতেছে। ২৫৯ চিত্রে H T C সার্ট ডায়নামোর বাহ্যিক বিশেষত্ব রেখা বটে কিন্তু R P T O মোট বিশেষত্ব রেখা নয়, কারণ ইহাতে মোট প্রবাহ ধরা হয় নাই, ইহা বাহ্যিক প্রবাহ ও মোট ভোল্টেজের রেখা এবং O A প্রবাহ, A Q তখনকার বাহ্যিক ভোল্টেজ ও Q P আমেরচারের মধ্যে ভোল্টেজ পতন নির্দেশ করিতেছে। এই চিত্র দ্বয় হইতে দেখা যাইতেছে কিরূপে সিরিজ যন্ত্রে প্রবাহের সহিত ভোল্টেজ বাড়ে ও সার্ট যন্ত্রে প্রবাহের সহিত ভোল্টেজ কমে। সুতরাং এখন যদি একরূপ একটি কম্পাউণ্ড যন্ত্র করা যায় যে তাহার সার্ট অংশের বিশেষত্ব রেখা ২৬০ চিত্রে দর্শিত রূপ হইলে সিরিজ-অংশের বিশেষত্ব রেখা ঐ চিত্রে দর্শিতরূপ হয়, তাহা হইলে উভয়ের সাহায্যে সমস্ত যন্ত্রটির বিশেষত্ব রেখা সরল রেখা দ্বারা দর্শিত রেখার মত হইবে, অর্থাৎ ইহা হইতে দেখা যাইতেছে যে কোন প্রবাহে ভোল্টেজ একভাবে আছে।

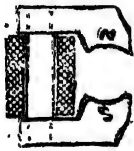
## চতুর্দশ পরিচয় ।

রাজ্য চুম্বকের বিশেষ বিবরণ :- রাজ্য চুমক দুই প্রকারের হইতে পারে—

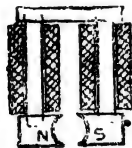
১। ‘শ্যালিয়েন্ট’ মেরু বিশিষ্ট ( Salient Pole ),

২। ‘কন্সিকোয়েন্ট’ মেরু বিশিষ্ট ( Consequent Pole ),

শ্যালিয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট চুম্বক ২৬১—২৬৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, তন্মধ্যে ২৬১ চিত্রে ইয়াকে কয়েল দ্বারা উৎপাদিত ও ২৬৩ চিত্রে বাহুদ্বয়ে দুইটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত শ্যালিয়েন্ট মেরু দেখান হইয়াছে। অবশ্য দুই বাহুতে দুইটি কয়েল ব্যবহার না করিয়া একটি বাহুতে, আমপেরার পাক দ্বিগুণ হয় একরূপ, অধিক সংখ্যক পাকের একটি কয়েল ব্যবহার করিলেও



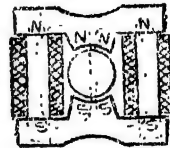
চিত্র—২৬১



চিত্র—২৬২



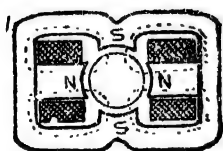
চিত্র—২৬৩



চিত্র—২৬৪

চলে। কন্সিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট চুম্বক ২৬৪ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, ইহা দুই ইয়াকে দুইটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত। এই চিত্রগুলি হইতে এই দুই প্রকার মেরুর মধ্যে প্রভেদ দৃষ্ট হইবে—শ্যালিয়েন্ট মেরুর বেলায় চুম্বকের লৌহপথ সম্পূর্ণ নহে, উহার শেষভাগদ্বয়ে অর্থাৎ মেরুখণ্ডদ্বয়ে বিপরীত মেরুদ্বয় সৃষ্ট হয়, আর কন্সিকোয়েন্ট মেরুর বেলায় চুম্বকের লৌহপথ সম্পূর্ণ বাটে কিন্তু মাঝখানে প্রত্যেক কয়েল দ্বারা একই স্থানে একই প্রকার মেরু সৃষ্ট হয়। চিত্রে ইহাদের বসন্তেরা ধরি দেখিলে উহাদের পার্থক্য আরও সহজে বোধগম্য হইবে।

**চুম্বকের মেরু-সংখ্যা :—**পূর্বে যে সকল ডায়নামোর উল্লেখ করা হইয়াছে তাহারা সকলেই দ্বি-মেরু বিশিষ্ট, কিন্তু ইহাদের সংখ্যা ২, ৪, ৬, ৮ বা আরও অধিক জোড় সংখ্যক হইতে পারে, তবে নিত্যস্থ বৃহৎ যন্ত্র না হইলে ১৬ বা ৩২ মেরু বিশিষ্ট চুম্বক করা হয় না, কারণ ইহাতে এত অধিক 'ফিটিং' প্রয়োজন হয় ও এত অধিক পরিশ্রম পড়ে যে, মেরুসংখ্যা পরিবর্তনের সুবিধা অপেক্ষা অসুবিধাই অধিক হয়। মেরুসংখ্যা পরিবর্তনের সুবিধা এই যে চুম্বকের নির্মিত অল্প পরিমাণ লৌহ প্রয়োজন হয়, রাজ্য কয়েলে অল্প পরিমাণ তার লাগে ও আর্মেচারেরও তারের পরিমাণ অল্প লাগে। ইহার কারণ ২৬৫, ২৬৬, ২৬৭ চিত্রগুলি হইতে বুঝিতে পারা যাইবে। এই চিত্রগুলি হইতে দৃষ্ট হইবে যে ইয়োকটিকে ফ্রেমের আকারে ব্যবহার করা হয় এবং এই ফ্রেমের স্থূলতা কয়েল আবর্তিত বাহ্যর স্থূলতার অনুরূপ। সুতরাং ২ মেরু বিশিষ্ট চুম্বক হইলে বাহ্যর স্থূলতা যেরূপ হইবে, ৪, ৬ বা ৮ মেরু বিশিষ্ট চুম্বক হইলে বাহ্যর স্থূলতা

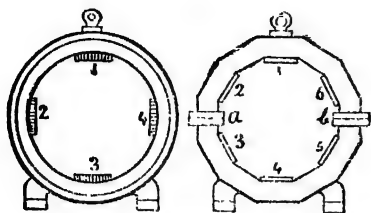


চিত্র—২৬৫

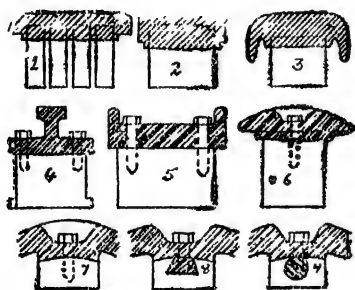
যথাক্রমে মোটামুটি তাহার ২, ৬ বা ৮ হইবে, সুতরাং ফ্রেমের স্থূলতাও এরূপ ২, ৬ বা ৮ হইবে। মেরুসংখ্যা পরিবর্তনে রাজ্যকয়েলে অল্প পরিমাণ তার প্রয়োজন হয়, তাহার কারণ এই যে, দ্বি-মেরু চুম্বকে পাকসংখ্যা বহু হইবে

বহু মেরু চুম্বকেও মোট পাকসংখ্যা তাহাই হইবে। সুতরাং দ্বি-মেরু চুম্বকের বাহ্য মোটা বলিয়া তারের প্রত্যেক পাক লম্বা হয়, অতএব মোটা তার অধিক লাগে। আবার বহু মেরুর বেলায় প্রত্যেক মেরুর তেজ কম বলিয়া আর্মেচার রি-একসান কম হয়, এবং চারিদিকেই একটু একটু তফাতে মেরু আছে বলিয়া আর্মেচারে পাকসংখ্যা অল্প করিয়া দিলেও চলে—সুতরাং আর্মেচারে কম তার হইলেই চলে। ২৬৫ চিত্রে দুইটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত চারি মেরু বিশিষ্ট চুম্বক দর্শিত হইয়াছে।

বহু মেরু চুম্বকের মেরুগুলি এরূপ ভাবে উৎপাদিত হয় যেন একটি মেরুর পর বিপরীত মেরু থাকে। এরূপ চুম্বকের রাজ্য তাহাদের বলরেখা



চিত্র—২৬৬, ২৬৭



চিত্র—২৬৮-২৭৬

পরীক্ষাকালে আমেরিকাকে বাহির করিতে হয় না—উপরের অংশটিকে সরাইয়া আমেরিকার পরীক্ষা করা চলে। ইয়োক বা ফ্রেমের সহিত বাহুগুলি কিরূপে সংবদ্ধ হয় তাহা নানাপ্রকার ইয়োকের সেকশান চিত্র (চিত্র ২৬৮—২৭৬) দেখিলে বুঝিতে পারা যাইবে।

চুম্বকের মেরুখণ্ড ( Pole pieces ) :—ইহারা চুম্বক বাহুর বা কোরের ( Core ) আমেরিকার শেষভাগে সংযুক্ত থাকে বা বাহুর সহিত একসঙ্গে ঢালাই হইয়া প্রস্তুত হয়। ইহাদের কার্য আমেরিকার সহিত বাহুর মুখের ব্যবধান সমান রাখা সেইজন্য ইহার আমেরিকার নিকটবর্তী অংশ

দ্বারা ২৬৫ চিত্রে দর্শিত হই-

য়াছে। বহু মেরু ডায়নামোর

ইয়োক বৃত্তাকার ( চিত্র—

২৬৬ ) বা বহুভুজ-আকার

( চিত্র—২৬৭ ) হয় এবং

ইহাতে চুম্বক বাহু সকল

বসাইবার বন্দোবস্ত থাকে।

ইহা চিত্রদ্বয়ে সংখ্যা দ্বারা

দর্শিত হইয়াছে। বৃহৎ যন্ত্র

হইলে ফ্রেমটি দুইভাগে গঠিত

হয়, তাহাদের মধ্যে একটি

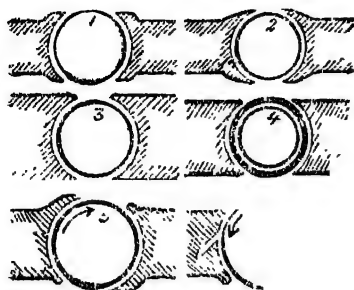
উপরের অংশ ও অপরটি

নিম্নের অংশ (চিত্র- ২৬৭)।

এইরূপ গঠিত ফ্রেমের

সুবিধা এই যে, আমেরিকার

বৃত্তাংশের মত (চিত্র ২৭৭-২৮২)। বায়ুস্তরের বাধা কমাইবার জন্য ইহাদের বৃত্তাংশাকারগুলির শেষভাগ শৃঙ্গের মত বাড়াইয়া দেওয়া হয়, চিত্র ২৭৮,



চিত্র—২৭৭-২৮২

যাহাতে, চুম্বকরাজ্য এক ভাবের থাকে। কোন কোন স্থলে আর্মেচার ঘেদিকে ঘোরে সেই দিকের শৃঙ্গকে অধিক বাড়ান হয়, (চিত্র—২৮১), আবার এক প্রকার ডারনামোতে মেরু খণ্ডদ্বয়ের মাঝে একটি চোঙ্গের মত লৌহ থাকে, এই চোঙ্গের মধ্যে

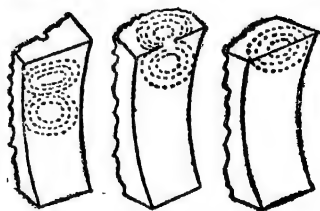
আর্মেচার ঘোরে (চিত্র—২৮০)। আবার কোন কোন স্থলে মেরুখণ্ডে তেলান খাঁজ বা স্লট (Slot) কাটা থাকে (চিত্র—২৮২)।

**এডি কারেন্ট, মেরুখণ্ড ও বাহুর ল্যামিনেশন**  
(Eddy current, Lamination of Pole piece and Core):—

আর্মেচার ঘুরিবার সময় বলরেখা সকল মেরুখণ্ডের ও বাহুর মধ্যে এক স্থান



চিত্র—২৮৩-২৮৫



চিত্র—২৮৬-২৮৮

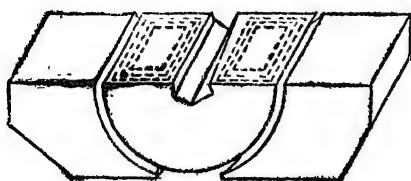
হইতে অন্ত্র চালিত হয় (চিত্র ২৮৩-২৮৫) তজ্জন্ম উহাদের মধ্যে এডি-কারেন্ট উৎপন্ন হয়। এই এডিকারেন্টের পথ সকল ২৮৬-২৮৮ চিত্রে দেখান হইয়াছে। এই এডিকারেন্টকে কমাইবার নিমিত্ত বাহু ও মেরুখণ্ডকে 'ল্যামিনেটেড' করিতে হয় অর্থাৎ উহাদিগকে একটি নিরেট লৌহখণ্ড

না করিয়া কতকগুলি ইন্থুলেটেড লৌহপাতকে একত্র সংযুক্ত করিয়া প্রস্তুত

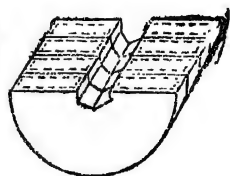


চিত্র—২৮৯

করা হয়, চিত্র ২৮৯। ইহাতে বৈদ্যুতিক পথ সকল স্তম্ভ হইয়া যায় বলিয়া এডিকারেন্টের প্রকোপ অধিক হয় না, অথচ চুম্বক পথেরও কিছু ব্যাঘাত ঘটে না। এই জন্য আমেরচার কোরকেও ল্যামিনেটেড করিতে



চিত্র—২৯০



চিত্র—২৯১

হয়, চিত্র ২৯১। ল্যামিনেটেড বাহুগুলির ফ্রেমের সহিত সংযোগ স্থলে কোনরূপ বায়ুর থাকিলে চুম্বক পথের বাধা অত্যন্ত অধিক হয় বলিয়া ইহাদিগকে ফ্রেমের সহিত ‘কাষ্ট ওয়েল্ডিং’ (Cast welding) করা হয়।

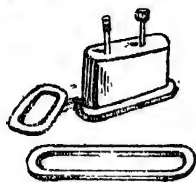
**ল্যামিনেটেড বাহুর অসুবিধা :—**বাহুগুলিকে ‘ল্যামিনেটেড’ করিতে হইলে অর্থাৎ রোধিত লৌহপাত দ্বারা নির্মিত করিতে হইলে উহাদিগকে আর গোল চোন্ধের মত রাখা চলে না, চতুষ্কোণ হইয়া যায়। সুতরাং, যেহেতু সম বিস্তৃতির জন্য বৃত্ত অপেক্ষা চতুষ্কোণের পরিধি অধিক, ইহার উপর কয়েলের প্রত্যেক পাকটির তার অধিকতর দীর্ঘ হইবে, অতএব কয়েলে অধিক পরিমাণ তার লাগিবে।

**ব্রাজ্যকন্ডেন্সেল (Field Coil) :—**ইহা কোন কোন স্থলে কক্ষার উপর জড়াইয়া, পরে কক্ষা হঠতে খুলিয়া লইয়া ব্যবহার হয়, অথবা কাঠিমের উপর জড়ান হয় ও ঐ কাঠিম সমেত ব্যবহার হয়। পূর্বোক্তকে Former wound ও শেষোক্তকে Spool wound বলে। এই কয়েল-গুলিকে চুম্বক লৌহের বাহুতে বা ইয়াকে গলাইয়া পরাইয়া দেওয়া হয়।



এইভাবে কয়েল নির্মাণে তারকে জড়াইতে খুব সুবিধা হয় এবং কয়েলের কোন দোষ হইলে সহজেই কয়েলটিকে বা কয়েলসমত কাঠিয়কে বাহির করিয়া লইয়া উহা পরীক্ষা করা যায়। এই নিমিত্ত চুষক লৌহের গাত্রে তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত হয় না। ভাল ইনসুলেটেড তার দিয়া কয়েল প্রস্তুত করিতে হয়, যাহাতে পাশাপাশি দুইটি পাকের সংস্পর্শ বৈজ্যাতিক সংযোগ স্থাপিত না হয় এবং প্রত্যেক স্তরকে অপর স্তর হইতে বিশেষ যন্ত্রের সহিত ইনসুলেট করিতে হয় এবং কম্পাউণ্ড ডায়নামোর সিরিজ কয়েল হইতে সান্টকয়েলকে ভালরূপ ইনসুলেসন দ্বারা পৃথক করিতে হয়। এই ইনসুলেসনের নিমিত্ত সচরাচর প্রেসপ্যান (Press-pahn) কাগজ ব্যবহার হয়। অবশেষে চুষক লৌহ হইতে কয়েলকে ইনসুলেট করিবার নিমিত্ত কয়েলের বহির্গাত্রে প্রথমে প্রেসপ্যান ও তৎপরে বাণিষযুক্ত ফিতা জড়াইতে হয়—অবশ্য, মোটের উপর ইহার দ্বারা সুবিধা অপেক্ষা অসুবিধাই অধিক সৃষ্ট হয়, কারণ ইহাতে কয়েলের মধ্যে উৎপন্ন উত্তাপ নির্গমনের অসুবিধা হয়। কয়েলের মধ্যে উৎপন্ন উত্তাপ প্রথমতঃ ক্রমগগন দ্বারা স্তরগুলির মধ্য দিয়া বহির্গাত্রে আসে ও তথা হইতে প্রবাহন ও প্রসারণ দ্বারা নির্গত হইয়া বায়ুতে যায় অথবা চুষক লৌহে প্রবেশ করে ও তন্মধ্য দিয়া সহজেই ক্রমগগন দ্বারা পরিচালিত হইয়া যায়। কোন কোন স্থলে বায়ু খেলিয়া কয়েলকে শীতল রাখিবার জন্ত উহার মধ্যে মুক্তপথ থাকে। সান্ট যন্ত্রের রাজ্য কয়েলের বাধা অধিক হওয়া প্রয়োজন বলিয়া ইহা সর্ব তার দিয়া প্রস্তুত হয়। সিরিজ যন্ত্রের রাজ্যকয়েলের তারটি মোটা হওয়া দরকার এবং বড় বড় যন্ত্রে তাত্ত্বের ফিতার মত লম্বা সর্ব ফালি ক্রমের উপর ধারের দিকে কয়েলের আকারে বাঁকাইয়া (চিত্র—২০২) পরে হাতে করিয়া প্রত্যেক পাকটিকে ইনসুলেট করিয়া ব্যবহার করা হয়। কয়েলগুলি পরস্পর পরস্পরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়, যাহাতে প্রত্যেকটির মধ্য দিয়া একই প্রবাহ বহে এবং ইহাদিগকে এক

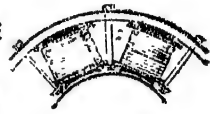
ভাবে সংযোগ করিতে হয় যেন একটি মেরুর পর তাহার বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয়, অথচ অবশিষ্ট চুম্বকত্বকে সাহায্য করে অর্থাৎ অবশিষ্ট চুম্বকত্বের



চিত্র—২২২

জন্ম করিলে তারের শেষভাগদ্বয় বাহিরে নিষ্কাশিত করিয়া রাখিতে হয়, এবং অভ্যন্তরস্থ শেষভাগটিকে

একপভাবে ইনসুলেট করিয়া বাহির করিয়া আনিতে হয়, যেন উহা উপরিস্থ তারের সন্নিহিত সংযোগ হইয়া, সার্কিট হইয়া নষ্ট যায়। এই নিমিত্ত সচরাচর শেষভাগদ্বয়ের একটিকে উপরদিক অপরটিকে নিম্নদিক দিয়া বাহির করিতে হয়।



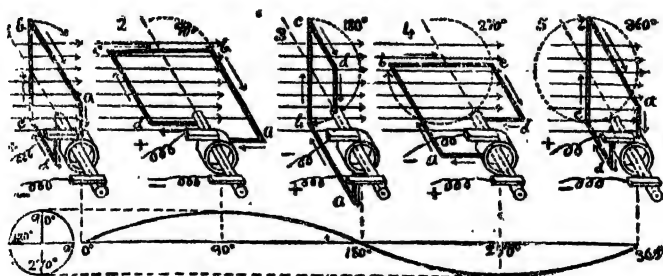
চিত্র—২২৩ চিত্র—২২৪

## আর্মেচার।

আর্মেচার (Armature):—আর্মেচার বলিতে যাহা বুঝায় তাহাকে প্রধানতঃ দুই অংশে বিভক্ত করা যায়—১। লৌহখণ্ড (Iron Core) ২। তদুপরি জড়ান তারের কয়েল (The Coil wound over it)। আর্মেচারের লৌহখণ্ডের আকার তিনপ্রকার—১। বলয় বা রিং (Ring), ২। ঢকা বা ড্রাম (Drum) ও ৩। চাকতি বা ডিস্ক (Disc) আকারের।

এখন আমেরচারের উপর কি কারণে তার ক্রিপণভাবে জড়ান উচিত তাহা বুঝিবার জন্য ২৪৪ চিত্র দ্রষ্টব্য। ইহাতে চুম্বকরাজ্যে কেবলমাত্র একটি ফাঁস ঘুরিতেছে এবং প্রত্যেক পুরা একপাক ঘূর্ণনকালে সর্বত্র বলরেখা ছেদনের হার সমান হয় না। এবং সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর পরিমাণ বলরেখা ছেদনের হারের অনুপাতে হয় বলিয়া, যেখানে বেক্রপ হারে বলরেখা ছেদিত হয় সেখানে অর্থাৎ সেই সময়ে সেই পরিমাণে ভোলটেজ সম্ভাবিত হয়।

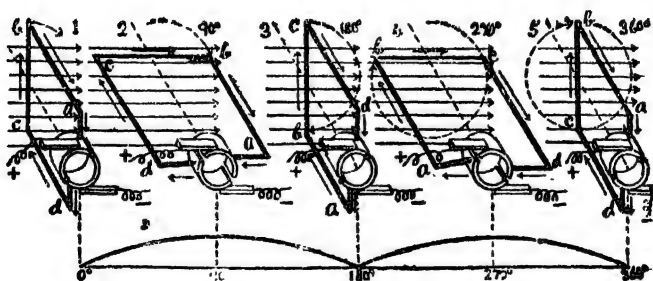
যথা—২২৫ চিত্রে ফাসটি (১) অবস্থায় হইতে (২) অবস্থায় আসিবার কালে প্রথম অবস্থায় বলরেখা এক রকম কাটে না বলিলেই চলে, সেইজন্য ঐ সময় কোনরূপ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় না। পরে ক্রমশঃই অধিক হইতে অধিকতর পরিমাণে বলরেখা কাটিতে থাকে, সুতরাং সম্ভাবিত ভোল্টেজও ঐরূপভাবে ক্রমশঃ বাড়িতে থাকে, (২) অবস্থার সময়



চিত্র—২২৫

সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে বলরেখা কাটিতে থাকে বলিয়া ঐ সময় সম্ভাবিত ভোল্টেজের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হয়। পরে (২) অবস্থা হইতে (৩) অবস্থায় যাইবার কালে বলরেখা ছেদনের হার ক্রমশঃ কমিয়া যাইতে থাকে, সুতরাং সম্ভাবিত ভোল্টেজও ঐ অনুসারে সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণ হইতে ক্রমশঃ কমিয়া যাইতে থাকে ও (৩) অবস্থায় পৌঁছিলে পুনরায় বলরেখা ছেদনের হার শূন্যে পরিণত হয়, সুতরাং সম্ভাবিত ভোল্টেজও ঐ সময় (কমিয়া) শূন্য হইয়া যায়। পরে (৩) অবস্থা হইতে (৪) অবস্থায় যাইবার কালে তারগুলি বিপরীত গতিতে বলরেখা কাটিতে থাকে বলিয়া সম্ভাবিত ভোল্টেজের

দিক বিপরীত হইয়া যায় এবং (১) হইতে (২) অবস্থায় বাইবার জায় প্রথম অবস্থায় বলরেখা জেননের হার শূন্য হইতে ক্রমশঃ বাড়িয়া (৪) অবস্থায় সর্বাপেক্ষা অধিক হয় বলিয়া, এই বিপরীত দিকে সম্ভাবিত ভোল্টেজও শূন্য হইতে বাড়িয়া (৪) অবস্থায় সময় সর্বাপেক্ষা অধিক হয় ও অবশেষে (৪) অবস্থা হইতে (৫) অবস্থায় আসিবার সময়, পূর্বের (২) হইতে (৩) অবস্থায় আসিবার জায়, বিপরীত দিকে সম্ভাবিত ভোল্টেজ অধিক পরিমাণ হইতে কমিয়া (৫) অবস্থায় শূন্যে পরিণত হয়। এখন পূর্ণ একপাক ঘূর্ণন হইল এবং এই সময়ে কিকপে সম্ভাবিত ভোল্টেজ প্রথমাবস্থায় শূন্য হইতে ক্রমশঃ বাড়িয়া সর্বাপেক্ষা গরিষ্ঠ পরিমাণে পৌঁছায় ও তৎপরে ক্রমশঃ কমিয়া পুনরায় শূন্য হয় ও তৎপরে ইহার দিক বিপরীত হইয়া যায় ও এই বিপরীত দিকের সম্ভাবিত ভোল্টেজ পূর্বের জায় প্রথমাবস্থায় ক্রমশঃ বাড়িয়া সর্বাপেক্ষা গরিষ্ঠ পরিমাণ হইয়া তৎপরে ক্রমশঃ কমিয়া পুনরায় শূন্যে পরিণত হয়—তাহা উক্ত চিত্রেব নিম্নভাগে গ্রাফ দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। এখন উহাকে আবার বুঝাইতে থাকিলে সম্ভাবিত ভোল্টেজ পুনরায় ঠিক

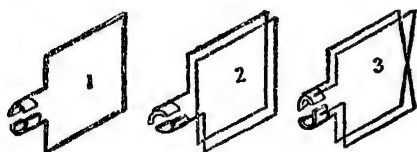


চিত্র—২২৬

এইভাবে হইতে থাকিবে। এবং যেহেতু ভোল্টেজের অক্ষুপাতে প্রবাহ হয়, সম্পূর্ণ পাক হইলে সম্ভাবিত প্রবাহের পরিমাণও এইভাবে পরিবর্তিত হইবে। সুতরাং তাহাও প্রায় ঠিক এইরূপ গ্রাফ চিত্র দ্বারা নির্দিষ্ট হইবে। ইহাকে ‘অলটারনেটিং’ বা পরিবর্তনশীল (Alternating) কারেন্ট বলে। গ্রাফচিত্রের এইরূপ রেখাকে সাইন কাভ (Sine Curve) বলে। সুতরাং অলটারনেটিং কারেন্ট ও তাহার ভোল্টেজ সাইনকাভ দ্বারা সূচিত হয়। এখন এই (৩) অবস্থা পার হইবার সময় অর্থাৎ সম্ভাবিত ভোল্টেজ ও প্রবাহের দিক বিপরীত হইবার সময় যদি, কমিউটেটরের সাহায্যে, বহির্পথের সহিত

সংযোজন ও বদলাইয়া যায়, তাহা হইলে যদিও এই ফাঁসটির (আর্মচার তার) মধ্যে সম্ভাবিত ভোল্টেজ ও প্রবাহের পরিমাণ ও দিক উল্লিখিত ভাবে পরিবর্তিত হইতে থাকিবে বটে, কিন্তু বহির্পক্ষে উক্তপ্রকারে ভোল্টেজ ও প্রবাহের পরিমাণ বদলাইতে থাকিবে, পরন্তু দিক বদলাইবে না, উহার। সব সময়েই একই দিকে হইবে। সুতরাং এই অবস্থায় বহির্পক্ষের ভোল্টেজ ও প্রবাহ ২২৬ চিত্রের নিম্নভাগে গ্রাফ দ্বারা নির্দিষ্ট হইবে। এখনও কিন্তু এই প্রবাহকে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট (Continuous Current) বলা চলে না। একরূপ প্রবাহের বিণেষ কোনও নাম নাই, তবে একান্ত কোন নাম দিতে হইলে ইহাকে একই দিকে বহমান স্পন্দনশীল প্রবাহ (Pulsating Current in the same direction) বলা চলে।

এখন কি ভাবে ফাঁসের শেষভাগদ্বয়ে সংযুক্ত কমিউটেটর বা ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে সম্ভাবিত ভোল্টেজ বা প্রবাহের পরিমাণ বাড়াইতে পারা যায় দেখা

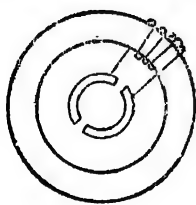


চিত্র—২২৭-২২৯

যাচক। ২২৭—২২৯ চিত্র তিনটি দেখিলে দেখা যাইবে যে ২২৭ চিত্রে ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে যত

ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে

২২৮ চিত্র দুইটি পাক সিরিজে সংযুক্ত থাকা হেতু উহার ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে দ্বিগুণ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে কিন্তু প্রবাহ সমান থাকিবে, এবং ২২৯ চিত্রে দুইটি পাক প্যারাললে সংযুক্ত আছে, ইহাতে ব্রাস দুইটির মধ্যে ভোল্টেজ



চিত্র—৩০

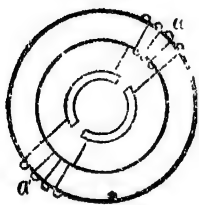
বাড়িবে না, একটি ফাঁসের তায় হইবে, কিন্তু প্রবাহ দ্বিগুণ হইবে। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে সিরিজে সংযুক্ত পাকসংখ্যা বাড়াইলে ঐ পাকসংখ্যা অল্পপাতে ভোল্টেজ বাড়িয়া যায়। সুতরাং যদি একটি কয়েল (চিত্র ৩০০)

ব্যবহার করা হয়, তাহা হইলে কয়েলের পাক সংখ্যাপাতে উহাতে সম্ভাবিত ভোল্টেজের পরিমাণ বাড়িয়া যাইবে

এবং এই কয়েলটি মেরুর সন্নিহিত হইবার সময় বলরেখা ছেদনের হার সর্বাপেক্ষা অধিক হয় বলিয়া ঐ সময় গণিষ্ঠ পরিমাণ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় এবং প্রত্যেক বার ঘূর্ণনে, দ্বি-মেরু যন্ত্রে, উহা একবার  $N$  মেরু ও অর্ধেক পাক ঘুরিয়া  $S$  মেরুর সন্নিহিত হয় বলিয়া, এই দুই সময় সম্ভাবিত ভোল্টেজের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হয়, সুতরাং ইহার ভোল্টেজের গ্রাফ

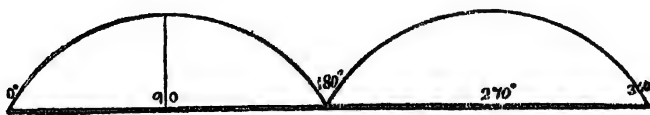
চিত্র—৩০১

পূর্বের স্থায় একবার ঘূর্ণনে দুইবার স্পন্দনশীল হইবে, চিত্র ৩০১। এখন যদি এই কয়েলের ঠিক বিপরীত দিকে অর্থাৎ  $180^\circ$  ব্যবধানে ঐরূপ আর একটি কয়েল স্থাপিত হয় তাহা হইলে এক একটি কয়েল এক একটি মেরুর



চিত্র—৩০২

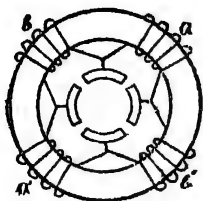
অধীন হইবে, সুতরাং যুগপৎ উভয় কয়েলেই সম পরিমাণ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে। এখন উহাদিগকে পরস্পরের সহিত একরূপ ভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে যে উহাদের অবশিষ্ট শেষভাগদ্বয় কমিউটেটরের সহিত সংলগ্ন হইয়া ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে বয়েলবয়ের সম্ভাবিত কারেন্টের সমষ্টি কারেন্ট উৎপন্ন করিবে, ৩০২ চিত্র, অর্থাৎ দ্বিগুণ কারেন্ট সৃষ্ট হইবে, কিন্তু স্পন্দনসংখ্যা প্রতি ঘূর্ণনে দুইবার হইবে।



চিত্র—৩০৩

অতএব দেখা যাইতেছে যে বিপরীত দিকে অবস্থিত একজোড়া কয়েল দ্বারা

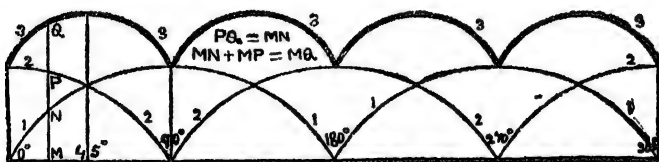
কারেন্টের পরিমাণ বৃদ্ধি পায়, কিন্তু স্পন্দন প্রতি ঘূর্ণনে দুইবার হয়, চিত্র ৩০৩। এখন যদি সমান দূরস্থিত এইরূপ আরও একজোড়া কয়েল অর্থাৎ মোট চারটি কয়েল লগুয়া হয় (চিত্র ৩০৪), তাহা হইলে প্রত্যেক ঘূর্ণনে



চিত্র—৩০৪

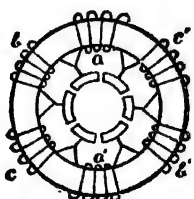
প্রতিজোড়া কয়েলে দুইবার করিয়া স্পন্দন হইবে, অর্থাৎ দুইজোড়া কয়েলে মোট ৪ বার স্পন্দন হইবে। স্পন্দন সংখ্যা যত বাড়িতে থাকে, স্পন্দনের সীমা ততই কমিয়া যায় ও মোট

ভোল্টেজের গ্রাফরেখা সরল রেখার দ্বায় হইতে থাকে। ইহা ৩০৫ চিত্রে গ্রাফদ্বারা দর্শিত হইয়াছে। ১ চিহ্নিত রেখাটি A, A' কয়েলের ভোল্টেজ রেখা ও ২ চিহ্নিত রেখাটি B, B'



চিত্র—৩০৫

কয়েলের ভোল্টেজ রেখা, সুতরাং কোন সময়ের ভোল্টেজ উহাদের মধ্যে সম্ভাবিত ভোল্টেজের সমষ্টি, যথা O M সময়ের ভোল্টেজ = A ও A'

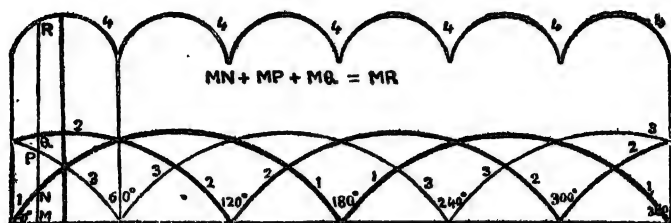


চিত্র—৩০৬

কয়েল হেতু  $P M + B$  ও  $B'$  কয়েল হেতু  $N M - Q M$  (P হইতে M N এর সহিত সমান করিয়া মাপিয়া Q বিন্দুটি পাওয়া যায়)। এইরূপ ভাবে মোট ভোল্টেজ গুলি বাহির করিলে চিত্রে (৩) চিহ্নিত রেখাটি পাওয়া যায়। ইহা হইতে দেখা যাইতেছে যে,

প্রতি ঘূর্ণনে ৪ বার স্পন্দন হয় এবং স্পন্দনের সীমা অল্প হয়। ঠিক এইরূপে

যদি তিন জোড়া বা ৬টি কয়েল জওয়া হয়, চিত্র ৩০৬, তাহা হইলে ৩০৭ চিত্র অনুযায়ী (১) চিহ্নিত রেখা A ও A' এর, (২) চিহ্নিত রেখা B ও B' এর এবং (৩) চিহ্নিত রেখা C ও C' এর ভোল্টেজ রেখা। সুতরাং যে কোন সময়ের ভোল্টেজ ঐ সময়ের তিনটি ভোল্টেজের সমষ্টি, যথা O M সময়ের ভোল্টেজ = NM + PM + QM = RM। এইরূপে মোট ভোল্টেজ বাহির



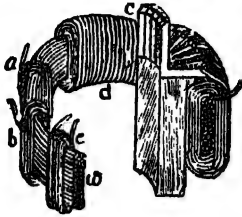
চিত্র-৩০৭

করিতে থাকিলে (৪) চিহ্নিত রেখা পাওয়া যাইবে এবং ইহা হইতে দেখা যাইবে যে প্রতি ঘূর্ণনে স্পন্দন সংখ্যা হয় ৬ ও স্পন্দনের সীমা অপেক্ষাকৃত আরও কমিয়া গিয়াছে। অতএব এইরূপে কয়েল সংখ্যা বাড়াইলে স্পন্দন এত দ্রুত হইবে এবং উহার সীমা এত কমিয়া যাইবে যে মোট ভোল্টেজ সবসময়ে পরিমাণে প্রায় একভাব হইবে এবং উহার গ্রাফ প্রায় সরলরেখা হইবে। এইরূপে একইদিকে প্রায় একভাব ভোল্টেজ ও তড়িৎ একভাব প্রবাহ উৎপন্ন হইতে পারে। এইরূপ প্রবাহকে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট (Continuous Current) বা সমভাবে একই দিকে বহমান প্রবাহ বলে।

**রিং আর্মচার (Ring Armature) :**—ইহা গ্রাম্মী (Gramme) কর্তৃক প্রথম প্রস্তুত হইয়াছিল ও আকৃতি বলয়াকার বলিয়া ইহাকে Gramme রিং আর্মচার বলে। পূর্বকালে ইহার কোর এডিকারেণ্ট হ্রাসের জন্য একটি ঘোষিত লৌহ তারকে জড়াইয়া



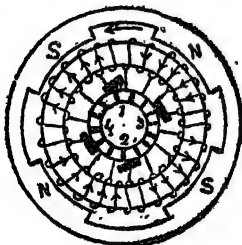
কয়েলের আকারে প্রস্তুত হইত, চিত্র ৩০৮, আজকাল কতকগুলি পাতলা বলয়াকার লৌহ পাতের চাকতির দ্বারা ইহা গঠিত হয় এবং এডি কারেন্ট



চিত্র—৩০৮

ব্রাসের দ্বারা প্রত্যেক চাকতিদ্বয়ের মধ্যে পাতলা কাগজ দিয়া উহাদিগকে রোধিত করিতে হয়। সচরাচর এ-নীল্ড চারকোল লৌহ (Annealed Charcoal iron) হইতে এই পাত প্রস্তুত হয়। রিং আর্মচারের

কোরের উপর তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করা হয়, এই নিমিত্ত, কোরের বহির্ভাগ দিয়া তার লইয়া গিয়া রিংএর মধ্যস্থলের গর্তের মধ্য দিয়া তারকে চালাইয়া পুনরায় বহির্ভাগ দিয়া, এইভাবে কোরের কোন স্থানের চতুর্দিকে তারকে জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করিতে হয় এবং এইরূপ একই দিকে জড়ান অনেকগুলি পৃথক পৃথক কয়েল কোরের বিভিন্নস্থানে প্রস্তুত করা হয়। প্রত্যেক কয়েলের শেষভাগদ্বয় কমিউটেটোরের দিকে নির্গত করিয়া রাখিয়া সম্মিহিত কয়েলদ্বয়ের সম্মিহিত শেষভাগদ্বয় একসঙ্গে সংযোগ করিয়া ঐ সংযোগস্থল কমিউটেটোরের একটি ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত করিতে হয়। এই সংযোগ পদ্ধতি ৩০৯ চিত্র দেখিলে সহজেই বোধগম্য হইবে।



চিত্র—৩০৯

এই চিত্রে একটি ৪ মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র দর্শিত হইয়াছে—ইহাতে যেকোন অবস্থায় মেরুগুলি সজ্জিত আছে এবং আর্মচারের উপর তীর দ্বারা উহার যেকোন ঘূর্ণন গতি দর্শিত হইয়াছে, তাহাতে আর্মচারের কয়েলগুলির মধ্যে তীর দ্বারা দর্শিত দিকে প্রবাহ উৎপন্ন

হইবে। এখন দেখা যাইবে যে উপরিস্থ N ও S মেরুদ্বয়ের সম্মিহিত

কয়েলের অংশদ্বয়ে বিপরীত দিকে বহমান প্রবাহ সম্ভাবিত হইতেছে এবং এই বিপরীত প্রবাহদ্বয় (১) চিহ্নিত+ব্রাস দিয়া বহির্পথে বহিয়া (৩ ও ৪) চিহ্নিত-ব্রাসদ্বয় দিয়া আর্মেচার কয়েলের উর্দ্ধ অর্দ্ধাংশে পুনরায় ফিরিয়া আসিতেছে। এবং ঠিক সেই সঙ্গে নিম্নস্থ N ও S মেরুদ্বয়ের সম্মিহিত কয়েলের অংশদ্বয়ে বিপরীত দিকে বহমান প্রবাহ উৎপন্ন হইতেছে ও তাহার (২) চিহ্নিত+ব্রাস দিয়া বহির্পথে বহিয়া (৩ ও ৪) চিহ্নিত-ব্রাসদ্বয় দ্বারা আর্মেচার কয়েলের নিম্ন অর্দ্ধাংশে ফিরিয়া আসিতেছে।

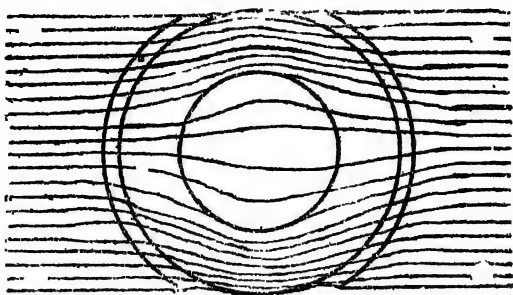
অতএব দেখা যাইতেছে যে আর্মেচার কয়েলটি চারি অংশে বিভক্ত হইয়া যাইতেছে, সুতরাং চারিটি ব্রাস প্রয়োজন হইবে এবং ইহাদের এক একটিকে মেরুদ্বয়ের মাঝে একরূপ ভাবে স্থাপিত করিতে হইবে যেন চারি অংশে বিভক্ত আর্মেচার কয়েলের সম্মিহিত অংশদ্বয়ের বিপরীতগামী প্রবাহদ্বয় যে স্থানে আসিয়া মিশিতেছে সেই স্থানগুলি যেন ব্রাস দ্বারা সংযুক্ত হয়, যাহাতে এক একটি ব্রাসের মধ্য দিয়া বিপরীত প্রবাহদ্বয় একত্রে প্রবাহিত হয়। অতএব বহু মেরু যন্ত্রে যতগুলি মেরু আছে ততগুলি ব্রাস প্রয়োজন হয়। ইহাতে আরও দৃষ্ট হইবে যে এই ভাবে তার জড়ান হইলে+ব্রাসদ্বয়ের (১ ও ২ চিহ্নিত) মধ্যে কোনরূপ পোটেনশিয়াল পার্থক্য নাই, সুতরাং উহাদিগকে প্যারাললে সংযোগ করা চলে, অর্থাৎ (২) চিহ্নিত ব্রাসকে (১) চিহ্নিত ব্রাসের সহিত একটি তার দ্বারা সংযোগ করিয়া (১) চিহ্নিত ব্রাসকে বহির্পথের সহিত সংযোগ করা চলে। ইহাতে (২) চিহ্নিত ব্রাসকে আর ব্যবহার করিবার প্রয়োজন হয় না, কেবলমাত্র ঐ (১) চিহ্নিত একটি ব্রাস থাকিলেই চলিবে। ঠিক সেইরূপ (৩ ও ৪) চিহ্নিত ব্রাসদ্বয়ের মধ্যে কোনরূপ পোটেনশিয়াল পার্থক্য না থাকা হেতু, বহির্পথের সহিত সংযোগের জন্ত দুইটির পরিবর্তে যে কোন একটিকে ব্যবহার করা চলে, অর্থাৎ (৪) চিহ্নিত ব্রাসকে ব্যবহার না করিয়া উহাকে (৩) চিহ্নিত ব্রাসের সহিত একটা তার দ্বারা সংযুক্ত রাখিয়া কেবলমাত্র (৩) চিহ্নিত ব্রাসকে

ব্যবহার করা চলে। এইরূপ ( 1, 2 ) ও ( 3, 4 ) ত্রাস চারিটির পরিবর্তে কেবলমাত্র ( 1 ও 3 ) ত্রাসদ্বয়কে বহির্পথের সহিত সংযোগ করিবার জন্ত ব্যবহার করা যাইতে পারে। আমেরচার কয়েল যদি জোড়সংখ্যক অংশে বিভক্ত হয়, অর্থাৎ যদি আমেরচারে জোড়সংখ্যক কয়েল থাকে, তাহা হইলে কমিউটেটোরেরও জোড়সংখ্যক পরিচালক খণ্ড থাকিবে। অতএব প্রত্যেক পরিচালক খণ্ডের ঠিক বিপরীত দিকে আর একটি করিয়া পরিচালক খণ্ড পাওয়া যাইবে এবং যেহেতু এই পরিচালক খণ্ডদ্বয়ের মধ্যে কোনরূপ পোটেনশ্যাল পার্থক্য হয় না, উহাদিগকে আড়াআড়িভাবে একটি করিয়া তার দিয়া সংযুক্ত করিয়া রাখিলে অর্দ্ধেক সংখ্যক ত্রাস ব্যবহার করিলেই চলিবে। একরূপ আমেরচারকে ক্রস-কানেক্টেড (Cross Connected) আমেরচার বলে।

৩০৮ চিত্র কয়েল বিশিষ্ট তার নির্মিত রিং-আমেরচারের ছেদ দৃশ্য। W আমেরচার কোরের ছেদিত রোধিত তারের দৃশ্য, a, b, c, d. আমেরচারের উপর জড়ান কয়েল সকল। সহজে বুঝিবার জন্ত a, b, c, এর নিকট হইতে কতকগুলি কয়েল খুলিয়া লওয়া হইয়াছে। C কমিউটেটোরের পরিচালকখণ্ড, ইহার প্রতি কোয়ার পার্থক্য দুইটি কয়েলের সম্মিলিত শেষভাগদ্বয় সংযুক্ত হইয়াছে। আধুনিক বলয়াকার চাকতি নির্মিত রিং আমেরচারে তার জড়ান তর এবং পাশাপাশি দুইটি তারের শেষভাগদ্বয় একত্রে কমিউটেটোরের একটি ধাতুখণ্ড বা কোয়ার সহিত ঝালিয়া উহার সহিত সংযুক্ত হয়।

রিং আমেরচারের মধ্যে বলরেখার অবস্থা ( চিত্র ৩১০ ) দেখিলে দেখা যাইবে যে প্রায় সমস্ত বলরেখাই লৌহখণ্ডের মধ্য দিয়া যায়, অতি অল্প সংখ্যক বলরেখা লৌহখণ্ডকে পার হইয়া বলরের মধ্যস্থলের বায়ুর মধ্য দিয়া যায়। সুতরাং আমেরচার কোরের অভ্যন্তরস্থ তারগুলি বলরেখা একরূপ কাটাই না বলিলেই চলে। সুতরাং এই অংশগুলিতে কোনরূপ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় না। এইজন্য ইহাদিগকে মৃত তার বা 'ডেড, অয়ার' (Dead.

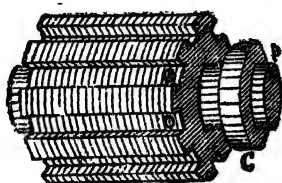
Wire) বলে। অথচ এইরূপ আর্মেচারে ইহাদিগের ব্যতিরেকে বৈদ্যুতিক



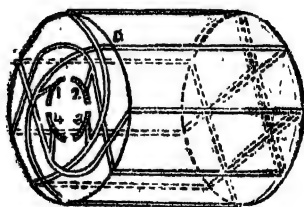
চিত্র—৩১০

পথ সম্পূর্ণ হয় না। অতএব দেখা যায়, রিং আর্মেচারে নিষ্ফল তার অনেক লাগিয়া যায়—ইহাই রিং আর্মেচারের দোষ।

**ড্রাম আর্মেচার ( Drum Armature )** :—ইহার অবয়ব ৩১১ ও ৩১২ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে লৌহকোরের উপর দিক দিয়া অর্থাৎ বহির্গাত্রে উপর দিয়া তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করিতে হয়। অতএব ইহাতে লৌহকোরের অভ্যন্তর দিয়া কোন তার নাই,



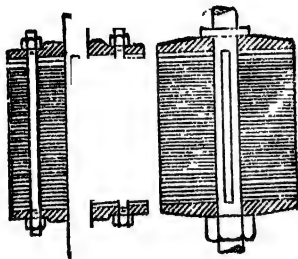
চিত্র—৩১১



চিত্র—৩১২

সকল ফাঁস বা কয়েলগুলিই লৌহের উপর বা বহির্গাত্রে আছে, চিত্র ৩১২। সুতরাং সমস্ত গুলিতেই ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে। অবশ্য আড়ম্বিকে ফারের যে অংশগুলি থাকে তাহাতে কোনরূপ আর্মেচারেই ভোল্টেজ

সম্ভাবিত হয় না, উহার। কেবল মাত্র বৈজ্ঞানিক পথের সংলগ্নতা রাখে । যাহাতে কয়েলগুলি স্ব স্ব স্থানে ঠিক ভাবে থাকে, তজ্জন্য কোন কোন আর্মেচার কোরের শেষভাগদ্বয়ে কীলক দ্বারা আটকাইবার ব্যবস্থা থাকে, কোথাও কোরের উপর লম্বালম্বি খাঁজ কাটা থাকে, চিত্র ৩১১ । ঐ খাঁজের মধ্যে তার জড়াইতে হয় । এডিকারেণ্ট হ্রাস করিবার নিমিত্ত আধুনিক রিং আর্মেচারের স্রায় ড্রাম আর্মেচার ( কাগজ ব্যবহিত ) পাতলা পাতলা



চিত্র—৩১৩ ও ৩১৪

বন্ধ খাঁজ ( closed slot ) চিত্র ৩১৬, ও প্রায় বন্ধ খাঁজ, চিত্র ৩১৭, ইহার মুখটি এত অপ্রশস্ত যে কেবলমাত্র অল্প সংখ্যক তার গলিতে পারে । কীলক বিশিষ্ট কোরকে বন্ধুর বা 'স্মুদ' (Smooth) আর্মেচার এবং খাঁজ



চিত্র—৩১৫-৩১৭

লোহচাকতি দ্বারা (চিত্র ৩১৩-৩১৪) গতিতঃ বলিয়া চাকতিগুলির ধারে খাঁজ কাটা হয়, অর্থাৎ দাঁত বিশিষ্ট চাকতিগুলি ঠিক ভাবে সাজাইলে কোরের উপর এই খাঁজ আপনা হইতেই উৎপন্ন হইবে । এই খাঁজ তিন প্রকার হয়, খোলা খাঁজ ( Open slot ) চিত্র ৩১৫,

বিশিষ্টকে দাঁত বিশিষ্ট (Toothed or Grooved) আর্মেচার বলে । দাঁতবিশিষ্ট আর্মেচারের অস্থবিধা এই যে দাঁতগুলির মধ্যে

ব্যবধান অধিক হইলে মেরু খণ্ডে সর্কজ বহরেখা সমভাবে চারাইয়া পড়ে না, যথা ৩১৮ চিত্রে A স্থানে বলরেখা নাই বলিলেই হয়, অথচ উহার দুইপার্শ্বে বলরেখা আছে,—সুতরাং ঘূর্ণনকালে মেরুখণ্ডে এডি কারেন্ট সম্ভাবিত হয় । সেই নিমিত্ত একপ্রকারের দাঁত কাটিতে হয় যে, যে কোন

দাঁতগুলোর শেষভাগের ব্যবধান যেন দাঁত হইতে মেরুখণ্ডের ব্যবধানের



চিত্র—৩১৮



চিত্র—৩১৯

২—২ই গুণের অধিক না হয়।

তাহা হইলে মেরু খণ্ডের সর্বত্র

বলরেখা প্রায় সমভাবে চারাইয়া পড়ে

(চিত্র ৩১৯) ও এডিকারেণ্ট হইবার সম্ভাবনা থাকে না।

ডিস্ক আর্মেচার (Disc Armature) :—ইহার ব্যবহার প্রায় দৃষ্ট হয় না।

এডিকারেণ্ট ও হিষ্টেরেসিস হেতু অপচয় রা ইহার উদ্দেশ্য। ইহার কয়েলগুলি সব

সময় বলরেখাগুলিতে লম্বভাবে থাকে অর্থাৎ কয়েলের

এক্সিস বা মেরু বলরেখার সহিত সমান্তরাল। অর্থাৎ

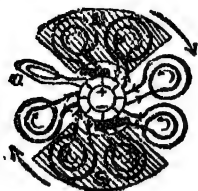
রিং আর্মেচারের কয়েলগুলিকে ৯০° ঘুরাইয়া দিলে বক্রপ

হয়, ইহার কয়েলগুলি সেই অবস্থায় থাকে, চিত্র ৩২০।

এই চিত্রে a কয়েল দ্বারা রিং আর্মেচারের একটি

কয়েলের অবস্থা দর্শিত হইয়াছে। কয়েলগুলিকে একরূপ

অবস্থায় স্থানে আবদ্ধ রাখা ও তাহাদিগকে কমিউ-

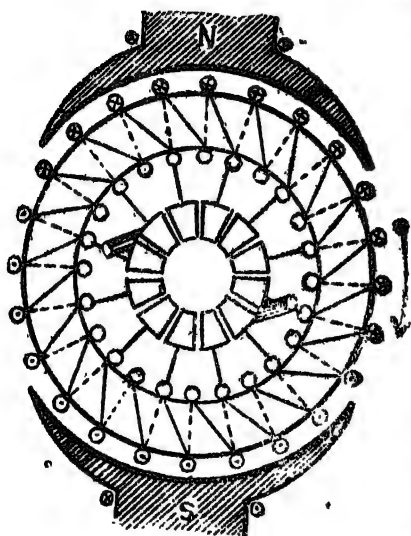


চিত্র—৩২০

টেটার ও পরস্পরের সহিত সংযোগ করা দুঃসাধ্য বলিয়া ইহা ব্যবহার হয় না।

## পঞ্চদশ পরিচয় ।

**আর্মেচারে তার জড়াইবার পদ্ধতি (Arm ture winding) :**—ইচ্ছানুযায়ী ফল পাইবার জন্য আর্মেচারের তারগুলিকে



চিত্র—৩২১

ঠিকভাবে সংযোগ করা হই-  
মেক যন্ত্রের রিং আর্মেচার  
বা বহুমেরক যন্ত্রের রিং  
আর্মেচারের প্যারালাল  
সংযোগ সহজ কার্য্য, তাহা  
৩০২ ও ৩২১ চিত্র দেখিলেই  
বুঝিতে পারা যাইবে।  
কিন্তু ড্রাম আর্মেচারের  
পক্ষে বা বহুমেরক যন্ত্রের রিং  
আর্মেচারের সিরিজ সং-  
যোজনের পক্ষে ইহা কিছু  
শক্ত, বিশেষতঃ যদি যন্ত্রটি  
বহুমেরক বিশিষ্ট হয়।

আর্মেচারের কয়েল সংখ্যা অধিক হইলে এই সংযোজন ক্রিয়া আরও কঠিন  
হইয়া দাঁড়ায়, সেই নিমিত্ত বড় বড় যন্ত্রের পক্ষে সংযোজনের উপদেশ  
তালিকাধারে দেওয়া থাকে।

এই তালিকাতে F দ্বারা কন্ট (Front) বা সম্মুখের তার অর্থাৎ কমিউটেটরের  
নিকটবর্তী তার, B দ্বারা (Back) বা পশ্চাত্তের তার অর্থাৎ কমিউটেটার হইতে  
বিপরীত দিকের তারকে এবং U ও D দ্বারা যথাক্রমে উপর (Up) ও নিম্ন (Down)  
দিক বুঝায়।

আর্মেচারে তার বেটম পদ্ধতির বিভিন্ন দৃশ্য, যথা—১। এণ্ডভিউ (End view), ২। র্যাডিয়াল (Radial) ও ৩। ডেভালাপড (Developed) চিত্র বা 'ডায়াগ্রাম' (Diagram)। যে স্থলে যেকোন চিত্রদ্বারা আর্মেচারকে বুঝান হইয়াছে, সে স্থলে সেরূপ ভাবে ইহা চিত্রিত হইয়াছে।

১। এণ্ডভিউ চিত্রে আর্মেচারকে এক শেষভাগ হইতে, হৃদয়াকার অথবা কমিউটেটার শেষভাগ হইতে, যেকোন দেখায় সেইভাবে উহাকে চিত্রিত করা ইহাতে সম্মুখের তারগুলিকে টানা রেখা ও পশ্চাতের তারগুলিকে ছিন্ন রেখা দ্বারা দর্শিত হয়। ২। র্যাডিয়াল চিত্রে আর্মেচারের শেষভাগের সংযোজক তারগুলি বক্ররেখা দ্বারা সূচিত হয়—তন্মধ্যে কমিউটেটারের দিকস্থ তারগুলিকে আর্মেচার পরিধির মধ্যে ও উহার বিপরীত দিকের অর্থাৎ আর্মেচারের পশ্চাদিকের তারগুলিকে ঐ পরিধির বাহিরে দেখান হয়, বাহাতে সহজে 'সার্কিট' বা বৈদ্যুতিক পথ অনুসরণ করা যায় ও তার অগ্রসরবর্তী হইতেছে, কি পশ্চাদবর্তী হইতেছে, নিরূপণ করা যায়। ৩। ডেভালাপড চিত্রে আর্মেচারকে লম্বা-দিকে একস্থানে চিরিয়া সমতলে বিস্তৃত করিলে যেকোন দেখায় সেইভাবে ইহা চিত্রিত হয়। ৩২২, ৩২৮ ও ৩৩২ চিত্র দেখিলে ইহাদিগের মধ্যে পার্থক্য সহজে বুঝিতে পারা যাইবে।

**সংযোজনের পিচ (Pitch) :**—এখন সংযোজন সম্পর্কে 'পিচ' বলিতে কি বুঝায় তাহা বুঝিতে হইবে। আর্মেচারের উপর তারকে সমান ও সম্পূর্ণ ভাবে জড়াইতে হইলে উহার শেষভাগে একটি খাঁজের বা স্থানের<sup>১</sup> তারকে অপর একটি খাঁজে বা স্থানে লইয়া যাইতে হয়। এই একটি খাঁজ হইতে অপর খাঁজের যত ব্যবধান তাহাকে পিচ বলে। সম্মুখ শেষভাগের অর্থাৎ কমিউটেটার শেষভাগের পিচকে ফ্রন্ট পিচ (Front Pitch) ও পশ্চাদিকের পিচকে ব্যাক পিচ (Back Pitch) বলে। সম্মুখ ভাগে তার যে দিকে অগ্রসর হয় তাহাকে ফরওয়ার্ড (Forward) ধরা হয়। ইহার সহিত কুলনায় পশ্চাদিকে তার যদি এই দিকেই অগ্রসর হয় তাহা হইলে তাহাকে ফরওয়ার্ড (ব্যাক) পিচ বলে, চিত্র ৩২২ আর যদি বিপরীত দিকে অগ্রসর হয় তাহা হইলে তাহাকে ব্যাক ওয়ার্ড (Backward) (ব্যাক) পিচ বলে, চিত্র ৩২৮। বাহাতে বুঝিতে কোন অসুবিধা



না হয় তৎক্ষণাৎ চিত্রগুলিতে সম্মুখদিকের সংযোজক তারগুলি পূর্ণ রেখা দ্বারা ও পশ্চাদিকের সংযোজক তারগুলি ছিন্নরেখা দ্বারা সূচিত হইয়াছে। ফ্রন্ট পিচ যে ব্যাক পিচের সহিত সমান হইবে তাহার কোন বাঁধাধরা নিয়ম নাই। বৈদ্যুতিক ফলের সমতা রাখিয়া এক টানায় জড়াইয়া যাইবার নিমিত্ত পিচের পরিমাণ খাঁজের ও মেরুর সংখ্যার উপর নির্ভর করে। যথা, ৩২২ চিত্রে সম্মুখভাগে ১নং হইতে তার কমিউটেটার হইয়া ৬নং এ যাইতেছে, সুতরাং ফ্রন্ট পিচ =  $৬ - ১ = ৫$ , তৎপরে পশ্চাত্তাগে পূর্বের দ্বারা একই দিকে অগ্রসর হইয়া ৬নং হইতে ১১নং এ যাইতেছে, সুতরাং ব্যাক পিচ =  $১১ - ৬ = ৫$  ফরওয়ার্ড, আবার সম্মুখভাগে কমিউটেটারের মধ্য দিয়া ৫ ঘর ডিঙ্গাইয়া ৪নং এ যাইতেছে ও পশ্চাতে একইদিকে ৫ ঘর ডিঙ্গাইয়া ৪নং হইতে ৯নং এ আসিতেছে। অতএব দেখা যাইতেছে ইহাতে ফ্রন্ট পিচ ৫ এবং ব্যাক পিচ ৫ ফরওয়ার্ড। ৩২৩চিত্রে সম্মুখভাগে ১নং হইতে কমিউটেটার হইয়া ১৪নং এ যাইতেছে, অর্থাৎ ২৪নং ২৩নং প্রভৃতির দিক দিয়া গুলিলে ১১ ঘর উল্লম্বন করিতেছে, সুতরাং ফ্রন্ট পিচ ১১ এবং পশ্চাতে ১৪নং হইতে ঐ দিকে ঘুরিয়া ৩নং ঘরে যাইতেছে সুতরাং ব্যাক পিচ ১১ ফরওয়ার্ড। কিন্তু ৩২৪ চিত্রে ফ্রন্ট পিচ ১১ ও ব্যাক পিচ ৯ ফরওয়ার্ড। এবং ৩২৮ চিত্রে ফ্রন্ট পিচ ৭ ও ব্যাক পিচ ৫ ব্যাক ওয়ার্ড, আর ৩২৯ চিত্রে ফ্রন্ট পিচ ৭ ও ব্যাক পিচ ৫ ফরওয়ার্ড। ৩২৮, ৩২৯ চিত্রে দুইটিতে সম্মুখভাগের সংযোজক তার আমেরচারের পরিধির মধ্যে ও পশ্চাত্তাগের সংযোজক তার ঐ পরিধির বাহিরে বক্ররেখা দ্বারা দর্শিত হইয়াছে, এইজন্য এইগুলি রাডিয়াল ডায়াগ্রাম।

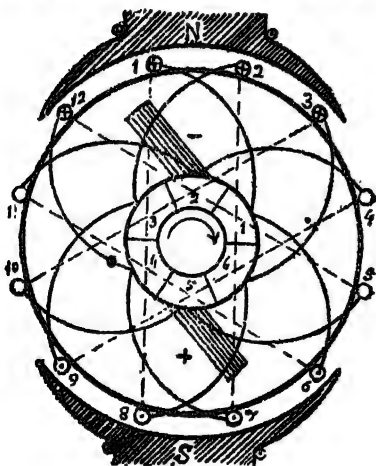
**ল্যাপ ও ওয়েভ্‌, ওয়াইণ্ডিং (Lap and wave winding):**—আমেরচারের তার দুইভাবে জড়ান যায়, তাহাদিগকে ল্যাপ ও ওয়েভ্‌ ওয়াইণ্ডিং বলে।

**ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং :**—ইহাতে কয়েলের শেষভাগগুলি কমিউ-

টেটারের পর পর ধাতুখণ্ডের সহিত সংযোগ করা হয়, যথা চিত্র ৩২২, ৩২৩ ও ৩২৮।

**তত্ত্ব ও ব্যাখ্যা :**—ইহাতে কয়েলের শেষভাগগুলি কিছু ফাঁক হইয়া গিয়া ঠিক পরবর্তী কমিউটেটার ধাতুখণ্ডে সংযুক্ত না হইয়া কিছু দূরত্বের ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয়, যথা, চিত্র ৩২২।

এখন তার জড়াইবার পদ্ধতি বুঝাইবার জন্য কতকগুলি যন্ত্রে বিরূপ-ভাবে আর্মেচারে তার জড়ান হইয়াছে তাহা দেখাইয়া দিলেই হইবে। স্বিমেক যন্ত্রের রিং আর্মেচারে তার জড়ান খুব সহজ (চিত্র ৩২১ দ্রষ্টব্য), সেই-জন্য ইহা আর পৃথকভাবে দেখান হইল না। এখন দেখা যাক স্বিমেক যন্ত্রের ড্রাম আর্মেচারে কি ভাবে তার জড়ান উচিত। ৩২২ চিত্র হইতে



চিত্র—৩২২

ও প্রবাহ সম্ভাবিত হয় তাহাও X ও O দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। অর্থাৎ ৪, ৫, ১০ ও ১১নং তারে কোনরূপ ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইতেছে না ১, ২, ৩ ও ১২নং তারে একরূপ দিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইতেছে যে প্রবাহ

দেখা যাইবে যে আর্মেচারে মোট ১২টি তার আছে, তন্মধ্যে ৪টি (যথা ১২, ১, ২ ও ৩নং) N মেরুর অধীন, ৪টি (যথা ৬, ৭, ৮ ও ৯) S মেরুর অধীন ও বাকী ৪টি—২টি করিয়া কাহারও অধীনে নাই। এবং আর্মেচারের তার দ্বারা দর্শিত দিকে ঘূর্ণনঅনুযায়ী তারগুলিতে যেরূপ দিকে ই, এম, এফ,

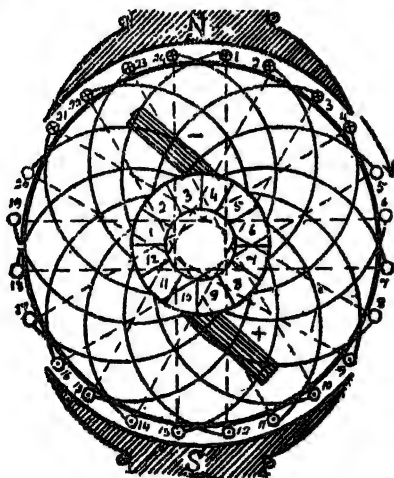
দর্শকের নিকট হইতে সন্মুখদিকে বহিয়া বাইতেছে, আর ৬, ৭, ৮ ও ৯নং তারে তাহার বিপরীত দিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইতেছে, সুতরাং প্রকৃত দর্শকের দিকে আসিতেছে। অতএব ১নং তারকে ৬, ৭, ৮ ও ৯নং তারের মধ্যে যে কোনটির সহিত সংযুক্ত করিয়া দিলে ই, এম, এফ, সিরিজে সংযুক্ত হয়। কিন্তু যদি ১নং তারকে ঠিক ইহার বিপরীত দিকে স্থিত ৭নং তারের সহিত সংযুক্ত করা যায় তাহা হইলে সংযোজনের পথ খুব অল্প হয় বটে, কিন্তু এরূপ সংযোজন দ্বারা বন্ধ্যাবর একটানা তারকে জড়ান চলে না। কারণ পশ্চাদিকে তার ৭নং হইতে, উহার ঠিক বিপরীত, ১নং এ আসিয়া পুনরায় পৌছায়। সুতরাং মোট তার সংখ্যার অর্দ্ধেক সংখ্যাকে পিচ ধরা চলে না, তদপেক্ষা কিছু অল্প সংখ্যাকে পিচ ধরিতে হয়। এখানে মোট তার সংখ্যা ১২, এবং ১২র অর্দ্ধেক ৬, সুতরাং ৬ অপেক্ষা অল্প সংখ্যাকে পিচ ধরিতে হইবে, যথা, এখানে পিচ—৫ ধরা হইয়াছে। সুতরাং এই পিচ অনুযায়ী সন্মুখদিকে ১ হইতে তার ৬ এ গিয়াছে ও পশ্চাতে ৬ হইতে ১১তে গিয়াছে, সন্মুখদিকে ১১ হইতে ৪এ ও পশ্চাতে ৪ হইতে ৯এ, সন্মুখে ৯ হইতে ২এ ও পশ্চাতে ২ হইতে ৭এ, সন্মুখে ৭ হইতে ১০তে ও পশ্চাতে ১২ হইতে ৫এ, সন্মুখে ৫ হইতে ১০এ ও পশ্চাতে ১০ হইতে ৩এ, সন্মুখে ৩ হইতে ৮এ ও পশ্চাতে ৮ হইতে পুনরায় ১এ, এইরূপে সমস্ত তারগুলিকে একবার ঘুরিয়া, যেখান হইতে গিয়াছিল পুনরায় সেখানে আসিল। সন্মুখদিকের সংযোজন একটি করিয়া ধাতুখণ্ডের মধ্য দিয়া করা হইয়াছে। এখন এইভাবে বেষ্টিত আমেরচারের তার সকল সিরিজে সংযুক্ত রিং আমেরচারের তারগুলির ভায়া কার্য্য করিবে। ইহা প্রবাহের পথ অনুসরণ করিয়া বাইতেই দেখিতে পাওয়া যাইবে। যথা :—ধরা বাড়িক যেন একদিকে ৪ ও ১১নং তারের সহিত সংযুক্ত কমিউটেটারের ধাতুখণ্ডের উপর একটি ব্রাস সংলগ্ন আছে ও অপরদিকে ৫ ও ১০নং তারের সহিত সংযুক্ত কমিউটেটার ধাতুখণ্ডের সহিত অপর ব্রাসটি সংলগ্ন আছে। বামদিকের ব্রাস হইতে

যাইবার জন্য দুইটা পথ আছে—একটি ৪নং তার দিয়া, অপরটি ১১নং দিয়া। প্রথম পথটি দিয়া ৪নং হইতে পশ্চাৎ সংযোজন দিয়া ৯নং তারে আসা যায়, ৯নং তারে একরূপ দিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত যে প্রবাহ দর্শকের দিকে আর্মেচারের উপর বহিতেছে। এখন যদি এইদিকে আসা যায় তাহা হইলে সম্মুখ সংযোজনে ৫নং কমিউটেটর কোয়ার মধ্যে দিয়া ২নংএ আসা যায়। এই ২নং তারে একরূপদিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত যে প্রবাহ দর্শকের নিকট হইতে অর্থাৎ আর্মেচারের উপর পশ্চাদিকে বহিয়া যাইতেছে। অতএব এই দুইটি ভোল্টেজই একই দিকে হইল, সুতরাং তাহারা পরস্পর যোগ হইয়া গেল। এখন পশ্চাদিকে ২নং হইতে ৭নংএ তার গিয়াছে, এই ৭নং তারে সম্ভাবিত ভোল্টেজ একরূপদিকে যে প্রবাহ সম্মুখদিকে বহিতেছে, সুতরাং ইহার ভোল্টেজের সহিত যোগ হইয়া গেল। এখন ৭নং তার দিয়া সম্মুখ দিকে আসিলে, ইহা সম্মুখ ভাগে ৪নং কমিউটেটর কোয়ার মধ্য দিয়া ১২নং তারে পৌছিতেছে। তথায় ( ১২নং তারে ) একরূপ দিকে ভোল্টেজ সম্ভাবিত যে প্রবাহ সম্মুখ হইতে পশ্চাদিকে বহিতেছে, সুতরাং ইহার ভোল্টেজও পূর্বের ভোল্টেজের সহিত যোগ হইয়া গেল। এখন এই ১২নং তার হইতে, পশ্চাৎ সংযোজন দ্বারা, ইহা ৫নং তারে যাইতেছে। ইহাতে কোন ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয় নাই, সুতরাং ইহা ডানদিকের ব্রাসের সহিত সংযুক্ত থাকায় প্রবাহ এই ব্রাসে আসিয়া পৌছিতেছে এবং দেখা যাইল যে ৯, ২, ৭ ও ১২ নং তারগুলিতে সম্ভাবিত ভোল্টেজ সকল একসঙ্গে যোগ হইয়া গেল। ঠিক এইরূপে যদি দ্বিতীয় পথ অনুসরণ করা যায় তাহা হইলে পশ্চাতে ১১ হইতে ৬এ, তথা হইতে সম্মুখে ৬ হইতে ১এ, পশ্চাতে ১ হইতে ৮ এ, সম্মুখে ৮ হইতে ৩এ, পশ্চাতে ৩ হইতে ১০এ ও অবশেষে ১০ হইতে ডানদিকের ব্রাসে পৌছান হয় এবং এতদ্বারা পূর্বের স্রায় ৬, ১, ৮ ও ৩নং তারগুলিতে সম্ভাবিত ভোল্টেজ সকল একসঙ্গে যোগ হইয়া গেল। অতএব দেখা

যাইতেছে যে প্রথম পথে ৪টি ফলপ্রদ ও ২টি নিষ্ফল তার (৪ ও ৫) আছে এবং দ্বিতীয় পথেও ৪টি ফলপ্রদ ও ২টি নিষ্ফল তার (১০ ও ১১) আছে। সুতরাং প্রথম পথটিতেও যে ই, এম, এফ, দ্বিতীয় পথেরও দেই ট, এম, এফ, এবং এই সমভোলটেজের পথদ্বয় রিং আর্মেচারের গ্রায় ব্রাস দুইটির মধ্যে প্যারাললে সংযুক্ত। এই সংযোজনে পথদ্বয়কে এইভাবে লিপিবদ্ধ করা যায়—

$$- \left\{ \begin{array}{c} ৪-২-২-১-১২-৫ \\ ১১-৬-১-৮-৩-১০ \end{array} \right\} +$$

কমিউটেটর কোয়ার সহিত তারগুলির সংযোজন পরীক্ষা করিলে দেখা যাইবে যে একটি কমিউটেটর কোয়া সংযুক্ত হইলে পর তৎপরবর্তী



চিত্র—৩২৩

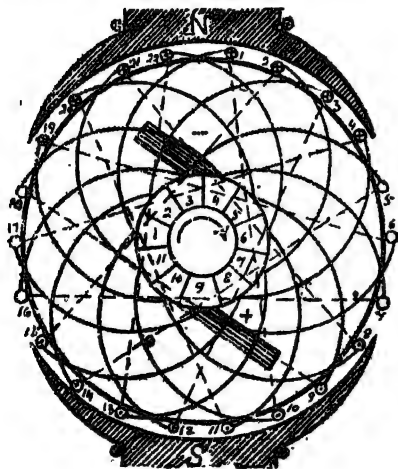
কমিউটেটরখণ্ড সংযুক্ত হইয়াছে সুতরাং ইহা ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং।

৩২৩ চিত্রে ২৪টি তারবিশিষ্ট আর্মেচারের ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং দেখান হইয়াছে। ইহাতে পিচ = ১১ ধরা হইয়াছে, (মোট তার সংখ্যার অর্ধেক = ১২, তদপেক্ষা ১ কম = ১১)। দেখা যাইবে যে ইহাতেও

ঠিক পূর্বের মত ফল হইতেছে এবং ইহার বৈজ্ঞানিক পথ দুইটি ;—

$$- \left\{ \begin{array}{c} ১-১৬-৩-১৪-১-১২-২৩-১০-২১-৮ \\ ২০-২-২২-১১-২৪-১৩-২-১৫-৪-১৭ \end{array} \right\} +$$

ব্রহ্মব্যঃ—একটানা তার জড়াইতে হইলে পিচসংখ্যা অযুগ্ম বা বিজোড় হওয়া চাই, নচেৎ যদি জোড় হয়, যথা, পূর্ব উদাহরণে—১০ হইলে ১নং ঘর হইতে ১১, ১১ হইতে ২১, এইভাবে সমস্ত বিজোড় ঘরগুলি দিয়া তার যাইতে থাকিবে, জোড় সংখ্যক ঘর দিয়া তার যাইবে না, সুতরাং এই জোড় সংখ্যক ঘরগুলির জন্য আবার একটি দ্বিতীয় তার ব্যবহার করিতে হইবে। আবার পিচকে যে তার সংখ্যার অর্ধেকের ১কম করিতে হইবে তাহার কোন নিয়ম নাই, ১ বেশী হইলেও চলে, যথা. পূর্ব উদাহরণে পিচ=১১ বা ১৩ হইলেও হয়।



চিত্র—৩২৪

আবার সম্মুখের পিচ যে পশ্চাতের সহিত সমান হইবে তাহারও কোন নিয়ম নাই, যথা পরবর্তী উদাহরণে, চিত্র ৩২৪, সম্মুখ পিচ=১১, পশ্চাৎ পিচ=২, মোট তার= ২২। আর পশ্চাতের পিচ যে সম্মুখের পিচের দিকে হইবে তাহারও কোন নিয়ম নাই, যথা ৩২৮ চিত্রে পশ্চাৎ পিচ সম্মুখ পিচের বিপরীত দিকে, ইহাকে ব্যাকওয়ার্ড ব্যাক পিচ বলে।

৩২৪ চিত্রে ২২টি তার বিশিষ্ট ড্রাম আর্মেচারের ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং এণ্ডভিউ দ্বারা দেখান হইয়াছে, ইহার বৈদ্যুতিক পথ—

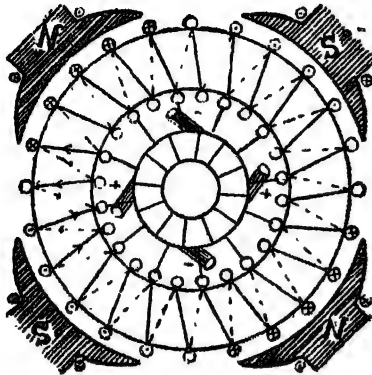
$$- \left\{ \begin{array}{cccccccc} ৫-১৪- & ৩-১২- & ১-১০-২১- & ৮-১৯- ৬ \end{array} \right\} +$$

$$- \left\{ \begin{array}{cccccccc} ১৮- ৯-২০-১১-২২-১৩- ২-১৫- ৪-১৭ \end{array} \right\} +$$

ইহাতে ব্রাসের সহিত তুলনায় আর্মেচারের যেকোন অবস্থা বর্ণিত

হইয়াছে তাহাতে দেখা যাইতেছে, যে ১৬ ও ৭নং নিফল তারদ্বয় — ত্রাসের মধ্য দিয়া 'স্ট সার্কিট' হইয়া যাইতেছে, ৫ ও ৬নং নিফল তারদ্বয় একটি বৈদ্যুতিক পথ এবং ১৮ ও ১৭নং নিফল তারদ্বয় অপর বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ করিতেছে।

এখন কতকগুলি বহু মেরু বিশিষ্ট যন্ত্রের আর্মেচারের বিষয় বর্ণিত

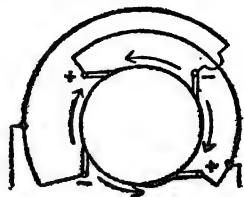


চিত্র—৩২৫

হইবে। রিং আর্মেচার হইলে দ্বিমেরু যন্ত্রের আর্মেচারকে কিছুমাত্র পরিবর্তন না করিয়া ব্যবহার করিতে পারা যায়, কেবলমাত্র যতগুলি মেরু ততগুলি ত্রাস ব্যবহার করিতে হয়। যথা ৩২৫ চিত্রে একটি ৪ মেরু বিশিষ্ট যন্ত্রের রিং আর্মেচার দর্শিত হইয়াছে। এখন যদি আর্মেচারকে খড়ির কাঁটার দিকে

ঘুরিতে অনুমান করা যায়, তাহা হইলে N মেরুদ্বয়ের অধীনস্থ বাহিরের তারগুলিতে দর্শকের নিকট হইতে বহির্দিকে বহমান প্রবাহ সঙ্ঘত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে আর্মেচার কয়েলের উর্দ্ধবাম চতুর্থাংশের প্রবাহ বাম ত্রাসের দিকে যাইতেছে, অতএব ইহা + ত্রাস হইতেছে এবং উর্দ্ধত্রাস — ত্রাস হইতেছে। আর্মেচার কয়েলের উর্দ্ধ দক্ষিণ চতুর্থাংশের প্রবাহ উর্দ্ধ ত্রাস হইতে দক্ষিণ ত্রাসে বহিতেছে, সুতরাং দক্ষিণ ত্রাস + ত্রাস ও উর্দ্ধ ত্রাস ইহার — ত্রাস। কয়েলের নিম্ন বাম চতুর্থাংশের প্রবাহ নিম্ন ত্রাস হইতে বাম ত্রাসে যাইতেছে, — অতএব বাম ত্রাস + ত্রাস ও নিম্ন ত্রাস ইহার — ত্রাস। এবং কয়েলের নিম্ন দক্ষিণ চতুর্থাংশের প্রবাহ নিম্ন ত্রাস হইতে দক্ষিণ ত্রাসে যাইতেছে,

সুতরাং দক্ষিণ ব্রাস + ব্রাস ও নিম্ন ব্রাস ইহার—ব্রাস। অতএব প্রত্যেক বিপরীত ব্রাসদ্বয়ের একইরূপ মেরুত্ব। সুতরাং যদি তাহাদিগকে পরিচালক দ্বারা, যথা, তাত্ত্বিক ফিতা দ্বারা সংযুক্ত করা হয়, চিত্র ৩২৬, তাহা হইলে মেন বা বহির্পৃথের সহিত এই ফিতাদ্বয় সংযোগ করা চলে। ইহাতে এক চতুর্থাংশ কয়েল হইতে ভোল্টেজ উৎপন্ন হইতেছে এবং একরূপ চারিটি অংশ প্যারাললে সংযুক্ত হইয়াছে—সুতরাং প্রত্যেক



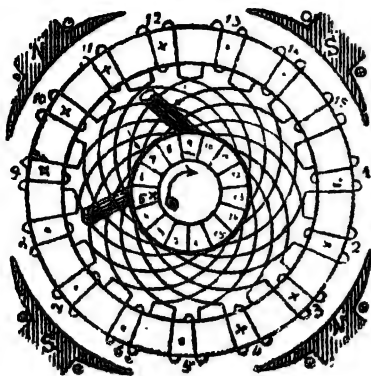
চিত্র—৩২৬

চতুর্থাংশের যে প্রবাহ পরিমাণ তাহার চারিগুণ প্রবাহ মেনে বা বহির্পৃথে সরবরাহ হইবে। তারের একরূপ বেটনকে প্যারালাল ওয়াইণ্ডিং বলে এবং ইহা কম ভোল্টেজ ও অধিক প্রবাহ দিবার পক্ষে উপযোগী, যেহেতু বহির্পৃথে অধিক প্রবাহ দিতে হইলেও আর্মেচারে সৰু তার ব্যবহার করা চলে, কারণ ইহাদিগকে এক চতুর্থাংশ প্রবাহ বহন করিতে হইবে—কিন্তু দুই মেরু-বিশিষ্ট হইলে অর্ধেক প্রবাহ বহন করিতে হইবে। সেইরূপ ৬, ৮ বা ১০ মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে ৬, ৮ বা ১০ টি ব্রাস প্রয়োজন হয়, আর্মেচার কয়েল ৬, ৮ বা ১০ অংশে বিভক্ত হইয়া যায়, এবং প্রত্যেক অংশের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ বহির্পৃথের প্রবাহের  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$  বা  $\frac{1}{4}$  অংশ হয়, এবং আর্মেচারের ই, এম, এফ, কয়েলের  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$  বা  $\frac{1}{4}$  অংশের পাক বা তার দ্বারা উৎপন্ন হয়।

যদি অধিক ভোল্টেজ পাইতে হয় তাহা হইলে পাকের সংখ্যা বাড়াইতে হয়, কিন্তু একরূপ না করিয়া বেটন ও সংযোজন একরূপ করা শ্রেয় যে এই চারি অংশ যেন দুইমেরু যন্ত্রের ত্রায় প্যারালালে সংযুক্ত দুই অর্ধাংশে পরিণত হয়। সুতরাং তখন সিরিজ সংযুক্ত অর্ধেক পাকসংখ্যা হইতে ই, এম, এফ, উৎপন্ন হয়। এই নিমিত্ত একটি চতুর্থাংশকে তৎপার্শ্ববর্তী (বিপরীত মেরুর অধীন) অংশের সহিত সংযুক্ত না করিয়া অল্পরূপ



মেরু অধীন ঠিক বিপরীত দিকে স্থিত চতুর্থাংশের সহিত ( ভাষ্যক্রিয়া দ্বারা ) সিরিজ সংযুক্ত করিতে হয়। ইহাকে সিরিজ ওয়াইডিং বলে।



চিত্র—৩২৭

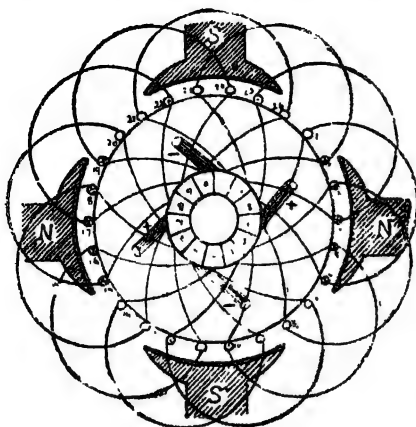
৩২৭ চিত্রে এই সংযোজন দেখান হইয়াছে। ইহাতে আর্মেচারে ১৫টি কয়েল আছে এবং প্রবাহের পথ অনুসরণ করিলে দেখা যাইবে যে উর্দ্ধ-দিকের—ব্রাস হইতে প্রবাহ একপথে ৭টি কয়েল, অপর পথে ৮টি কয়েলের মধ্য দিয়া যাইয়া + ব্রাসে উপনীত হইতেছে, সুতরাং এই পথদ্বয়ের

ই, এম, এফ, যোগ হইয়া প্যারাললে সংযুক্ত হইতেছে। আরও দৃষ্ট হইবে যে ৮টি ব্রাসের পরিবর্তে কেবলমাত্র ২টি ব্রাস প্রয়োজন এবং তাহার ঠিক বিপরীত দিকে স্থাপিত না হইয়া কমিউটেটারের  $\frac{1}{2}$  অংশ  $৯০^\circ$  ব্যবধানে স্থাপিত। ইহার বৈদ্যুতিক পথ—

$$\left\{ \begin{array}{l} ১০-২-২-১-৮-১৫-৭-১৪ \\ ৩-১১-৫-১২-৫-১৩-৬ \end{array} \right\}$$

**ব্রাস আর্মেচার :-** বহুমেরু যন্ত্রের জাম আর্মেচারের পিচ মোট তার বা খাঁজসংখ্যার অর্ধেক নহে, যতগুলি মেরু মোট খাঁজসংখ্যার তত অংশ, যথা, ৪, ৬ বা ৮ মেরু হইলে মোট খাঁজসংখ্যার  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{2}{3}$  বা  $\frac{4}{5}$  অংশ করিতে হয়, তবে ই, এম, এফ, গুলির ঠিকমত সিরিজ সংযোজন করিতে পারা যায়। ঠিকমত পিচ নির্ণয় করিতে পারিলে রিং আর্মেচারের মত ইহারও সিরিজ বা প্যারালাল সংযোজন হইতে পারে, যথা— ৩২৮ চিত্রে প্যারালাল ওয়াইডিং দেখান হইয়াছে, ইহাকে চলিত ভাষায়

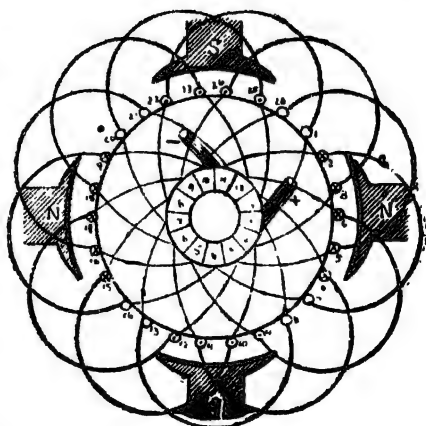
‘ল্যাপ’ বা ‘লুপ’ (Lap or Loop) ওয়াইণ্ডিং বলে। ইহার দ্বারা পশ্চাৎ



চিত্র—৩২৮

৩২৯ চিত্রে সিরিজ

ওয়াইণ্ডিং দেখান হইয়াছে। ইহাকে চলিত ভাষায় ‘ওয়েভ’ (wave) ওয়াইণ্ডিং বলে। ইহার দ্বারা পশ্চাৎ পিচ সম্মুখ পিচের দিকে বুঝায়। সিরিজে সংযুক্ত বলিয়া কেবলমাত্র দুইটি ত্রাস প্রয়োজন হয়। ইহার তার সংখ্যা ও পিচ ঠিক পূর্বের মত, কেবলমাত্র



চিত্র—৩২৯

পশ্চাৎ পিচ ব্যাকওয়ার্ড না হইয়া ফরওয়ার্ড। ইহাও চিত্রে ‘র্যাডিয়াল-ডায়গ্রাম’ দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। যেটন পদ্ধতি—ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং।

৩২৮ চিত্রের বৈদ্যুতিক পথ—

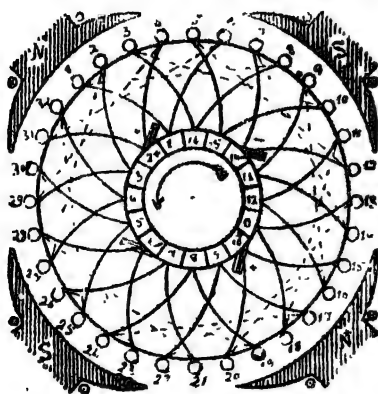
উর্দ্ধ —	২—২৩—৪—২৫—৬—১	} + ডান " বাম " ডান " বাম
নিম্ন " "	১২—২৪—১৭—২২—১৫—২০	
	৭—১২—৫—১০—৩—৮	
	১৪—৯—১৬—১১—১৮—১৩	

উর্দ্ধ — [ ২১—২৬ ] — উর্দ্ধ, অর্থাৎ এই তারদ্বয় 'স্ট সার্কিটেড'।

৩২৯ চিত্রের বৈদ্যুতিক পথ—

— {	২৬—৫—১২—১৭—২৪—৩—১০—১৫—২২—১	} +
	২১—১৬—৯—৪—২৩—১৮—১১—৬—২৫—২০—১৩—৮	

এবং — [ ২—৭—১৪—১৯ ] — অর্থাৎ 'স্ট সার্কিটেড'।



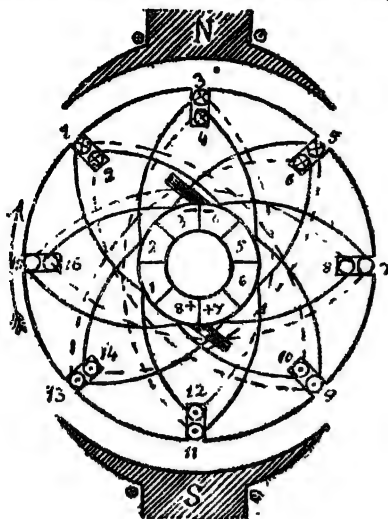
চিত্র—৩৩০

৩৩০ চিত্রে ৩২টি তার  
বিশিষ্ট একটি ড্রাম আর্মে-  
চারের ল্যাপ ওয়াইন্ডিং দৃষ্ট  
হইবে। ইহাতে ৪টি মেরু,  
সুতরাং ৪টি ব্রাশ আছে।  
ইহার সম্মুখ পিচ ৫ ও  
পশ্চাৎ পিচ ৭ ব্যাকওয়ার্ড।  
আর্মেচারের চিত্রে দর্শিত  
ঘূর্ণন 'অনুসারে' ইহার  
বৈদ্যুতিক পথ—

উর্দ্ধ — ব্রাশ	{ ১২—৫—১০—৩—৮—১—৬—৩১	} উর্দ্ধ + ব্রাশ নিম্ন " " উর্দ্ধ " " নিম্ন " "
নিম্ন — "	৭—১৪—৯—১৬—১১—১৮—১৩—১০	
	২৬—২১—২৬—১৯—২৪—১৭—২২—১৫	
	২৩—৩০—২৫—৩২—২৭—২—২৯—৪	

উল্লিখিত ভাবে একস্তরে তার বেষ্টনের মন্দ ফল এই যে কতকগুলি  
সম্বিহিত তারে সমস্ত চাপ বা ভোল্টেজ সম্ভাবিত হয়—কিন্তু দুই স্তরে  
(চিত্র ৩৩১) তার জড়াইলে আর একরূপ হয় না। তবে দুইস্তরে তার

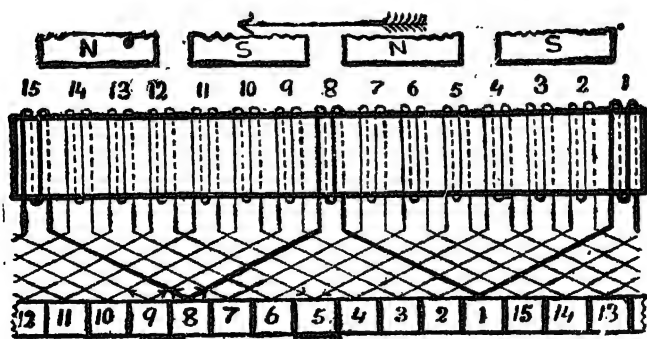
জড়াইতে হইলে, প্রথম ১টি স্তর জড়াইয়া তৎপরি দ্বিতীয় স্তর, এভাবে জড়ান



চিত্র—৩৩১

ডুপ্লেক্স ও ট্রিপ্লেক্স (Duplex and Triplex) ওয়াইটিং :—অধিক প্রবাহ

হয় না, কারণ তাহাতে দ্বিতীয় স্তরে তারের দৈর্ঘ্য অধিক হইবে, সুতরাং বাধা অধিক হইবে। সেই নিমিত্ত নিম্ন স্তরের একটি তার উপর স্তরের একটির সহিত সংযুক্ত হয়—ইহা চিত্র হইতে সুস্পষ্ট দেখা যাইবে। চিত্রে তীর দ্বারা আর্মেচারের ঘূর্ণন এবং X ও O দ্বারা উৎপন্ন প্রবাহের দিক দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র—৩৩২

পাইবার জন্ত আর্মেচারকে ২, ৩ বা ততোধিক বিভিন্ন তার দ্বারা পৃথকভাবে জড়ান

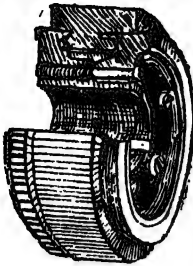
যাইতে পারে এবং প্রত্যেক তারের অন্ত্র বিভিন্ন কমিউটেটার ব্যবহার করিয়া, উহাকে অন্ত্র তার হইতে পৃথকভাবে নিজের কমিউটেটারের সহিত সংযুক্ত করা যাইতে পারে। কাৰ্য্যতঃ বিভিন্ন কমিউটেটারগুলি একসঙ্গে মিলাইয়া একত্রে একস্থানে ব্যবহার হয়, এই নিমিত্ত কমিউটেটারের কোয়াগুলিকে একরূপভাবে সাজাইতে হয়, যেন একটি তারের একটি কমিউটেটার কোয়ার পর অপর তারের একটি কোয়া থাকে। এইরূপে দুইটি বা তিনটি বিভিন্ন তার দ্বারা আমেরচার জড়ানকে যথাক্রমে ডুপ্লেক্স বা ট্রিপ্লেক্স ওয়াইডিং বলে। একটি ১৫টি তারবিশিষ্ট রিং আমেরচারের ডেভালাপ্‌ড ডায়গ্রাম ৩৩২ চিত্রে দেখান হইয়াছে। ইহা ৩২৭ চিত্রের রিং আর্মেচারবিশিষ্ট ৪ মেরু যন্ত্রটি।

**আমেরচার কম্বলেন্ড তার :**—কোন কোন স্থলে কতকগুলি তারকে একত্র করিয়া এই তার গুচ্ছ দ্বারা আমেরচারকে বেটন করা হয়, অথবা অধিক প্রবাহ হইলে মোটা তারের ফিতা ব্যবহার হয়,— ইহাকে ‘বার’ (Bar) ওয়াইডিং বলে। কিন্তু সচরাচর তারকে কোন ফ্রেমের উপর জড়াইয়া, ঠিকমত আকার করিয়া, ফ্রেম হইতে খুলিয়া লইয়া আমেরচারের খাঁজে খাঁজে পরাইয়া দেওয়া হয় এবং কমিউটেটার কোয়াগুলির সহিত সংযোজনের নিমিত্ত কমিউটেটার শেষভাগের দিকে কম্বলেন্ডগুলির শেষভাগদ্বয় নির্গত হইয়া থাকে, পরে এই নির্গত শেষভাগগুলি কমিউটেটার কোয়ার সহিত ঠিকভাবে সংযোগ এবং পরস্পর হইতে ইনসুলেট করিতে হয়। ইহাকে ‘ফর্মার’, (Former) ওয়াইডিং বলে।

**আর্মেচার কোর :**—বায়ু খেলিয়া ঠাণ্ডা রাখিবার জন্য কোরকে নীরেট না করিয়া মধ্যে মধ্যে ছিদ্র পথ রাখা হয়।

**কমিউটেটার :**—ইহা কতকগুলি একধার পাতলা অপরিহার্য মোটা এরূপ ধরণের তাম্র খণ্ডকে একত্রিত করিয়া চোঙ্গের আকারে প্রস্তুত হয়। এই তাম্রখণ্ডগুলিকে কমিউটেটারের কোয়া বলে। ইহার তাম্রখণ্ড প্রত্যেকে প্রত্যেকটি হইতে ভালরূপে রোধিত বা ইনসুলেটেড। এই রোধনের জন্য সচরাচর দুইটি কোয়ার অন্তরা অল্প ব্যবহার হয়। এই চোঙ্গ বা কমিউটেটার যে সাফটের সহিত আবদ্ধ করা হয় তাহা হইতেও ইহাকে ভালভাবে রোধিত করিতে হয়। ৩৩৩ সেকসান

চিত্র হইতে ইহার গঠন প্রণালী বোধগম্য হইবে। আর্শেচারের



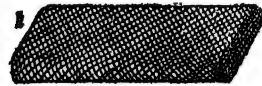
প্রত্যেক করেল পরবর্তী করেলের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয় এবং এইরূপ এক একটি সংযোগ স্থান কমিউটেটোরের এক একটি ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয়,—সুতরাং আর্শেচারে বতগুলি করেল থাকে কমিউটেটোরে ততগুলি ধাতুখণ্ড বা কোয়া আবশ্যক হয়।

ব্রাশ (Brushes) :—পূর্বে ইহার

চিত্র—৩৩৩

তাত্র দ্বারা প্রস্তুত হইত কিন্তু আজকাল ‘স্পার্ক’

বা অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদ করিবার জন্য ইহা সচরাচর কার্বন দ্বারা প্রস্তুত হয়। তাত্রব্রাশ তিন প্রকারের হয়—  
১। জালতি বা ‘গজ’ (Gauge) ব্রাশ,  
২। তার বা ‘অয়ার’ (Wire) ব্রাশ ও  
৩। পাত বা স্ট্রিপ (Strip) ব্রাশ।  
ইহাদিগকে ৩৩৪—৩৩৬ চিত্রে দেখান হইয়াছে।



চিত্র ৩৩৪-৩৩৬

গজব্রাশ :—ইহা একখণ্ড তাত্রতারের জালতিকে পাট করিয়া প্রস্তুত (চিত্র ৩৩৪) হয়। এই জালতিকে এরূপভাবে পাট করিতে হয় যেন তারগুলি কোণাকুণি ভাবে থাকে, নচেৎ তারগুলি সোলাহুজি ভাবে থাকিলে ইহাদের শেষভাগ নির্গত হইয়া থাকিবে এবং তাহাতে কমিউটেটোরের উপর আঁচ পড়িতে পারে। এই ব্রাশ খুব নরম হয় ও কমিউটেটোরের সহিত ভালভাবে স্পর্শ করে, কিন্তু ইহা ব্যয় সাপেক্ষ।

তার বা অয়ার ব্রাশ :—ইহা কতকগুলি তারের তারকে একত্রিত করিয়া প্রস্তুত হয়। ইহা গজ ব্রাশ অপেক্ষা বড় বলিয়া কমিউটেটোরের উপর দাপ পড়ে ও উত্তরেই ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এই নিমিত্ত অনন্যোপায় ব্যতীত ইহা ব্যবহৃত হয় না।

পাতব্রাশ :—ইহা কতকগুলি তারের পাতকে একত্রিত করিয়া প্রস্তুত হয়, চিত্র ৩৩৫, সুতরাং ইহার প্রস্তুত প্রকরণ খুব সহজ। কিন্তু ইহা বড় বড় হয় বলিয়া সচরাচর ব্যবহার হয় না। কোন কোন স্থলে ইহাকে একটু নরম করিবার জন্য একটি

করিয়া পাত ও তৎপরে একস্তর তার. চিত্র ৩৩৬, এইভাবে কতকগুলি পাত ও কয়েকস্তর তার দ্বারা প্রস্তুত হয়। এই ব্রাস গুলিকে হেলাইয়া বা শায়িত ভাবে (Tangentially) ব্যবহার করা হয়। সুতরাং যন্ত্রকে একই দিকে ঘুরাইতে হয়। কেবলমাত্র গজব্রাসকে খাড়াভাবে ব্যবহার করা চলে। অতএব যন্ত্রকে যে দিকে ইচ্ছা ঘূরান যায়। কিন্তু ধাতব ব্রাস সকল ব্যবহার করিলে অত্যন্ত অগ্নিশুন্দ্র হইতে থাকে এবং অগ্নিশুন্দ্র কালে ব্রাসগুলি হইতে ধাতুকণা নির্গত হইয়া কমিউটেটোরের উপর জমিয়া উহার কোয়াগুলির মধ্যে বৈদ্যুতিক সংযোগন ঘটায়, অর্থাৎ উহাদিগকে ‘সর্ট সার্কিটেড’ করিয়া দেয়। এই নিমিত্ত অধুনা ইহাদিগের পরিবর্তে কার্বন ব্রাস প্রচলিত।

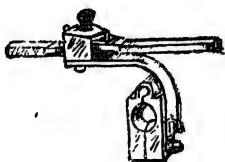
কার্বন ব্রাস :—ইহারা গ্যাস কার্বন হইতে প্রস্তুত। এবং ইহাদের আকার



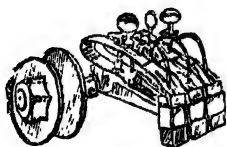
চিত্র—৩৩৭



চিত্র—৩৩৮



চিত্র—৩৩৯



চিত্র—৩৪০

কমিউটেটোরের উপর ব্রাসের স্থান পরিবর্তন করিতে পারিবার গুণ ব্রাসসম্মত হোল্ডারকে ‘ব্রাস-রকার’ (brush rocker) নামক একটি অবলম্বনে আবদ্ধ করা থাকে।

চতুর্দশ স্তরের মত, কেবলমাত্র চোঙ্গের মত কমিউটেটোরের উপর ঠিক ভাবে স্পর্শ করিয়া থাকিবার জন্য এক শেষভাগে বৃত্তাংশের মত খাঁজ কাটা থাকে, চিত্র ৩৩৭, এবং ইহাদিগকে খাড়াভাবে ব্যবহার করা হয়, সুতরাং কমিউটেটোরকে যে দিকে ইচ্ছা ঘুরাইতে পারা যায়। কমিউটেটোরের উপর চাপিয়া স্পর্শ করিয়া থাকিবার জন্য এই কার্বনের টুকরাগুলি প্রিং বিশিষ্ট হোল্ডারে (Holder) পরাইয়া, ঐ হোল্ডার সম্মত ব্যবহার করা হয়, চিত্র ৩৩৮। তাত্র অপেক্ষা কার্বনের বাধা খুব বেশী বলিয়া উহার যে বিস্তৃতি (area) কমিউটেটোরের গায়ে স্পর্শ করিয়া থাকে, তাহাকে খুব বাড়াইতে হয়। এই নিমিত্ত কার্বন ব্রাসগুলি খুব প্রশস্ত করিতে হয়। ব্রাসগুলি খুব প্রশস্ত হওয়ায় উহাকে খণ্ড খণ্ড করিয়া কতকগুলি ছোট ছোট ব্রাস করিয়া একত্র ব্যবহার হয়, চিত্র ৩৪০। তাহাতে যদি দুই একটি ব্রাস খারাপ হইয়া যায় তাহা হইলে পরীক্ষার নিমিত্ত কেবলমাত্র ঐ ছোট ব্রাসকে অপসৃত করিলে অন্ত ব্রাসগুলি দ্বারা কার্য চলিতে থাকিবে। যাহাতে ভাল ভাবে বৈদ্যুতিক সংযোগ হয়, সেইজন্য এই ব্রাসগুলির উপরাংশ ইলেকট্রোলিনিস দ্বারা তাত্র আবৃত হয়।

ব্রাসের সংখ্যা বা কতগুলি স্থানে ব্রাস আবশ্যিক :—অর্মেচারের মধ্যে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, কমিউটেটোর হইতে পাইবার নিমিত্ত ঘূর্ণায়মান কমিউটেটোরের উপর ব্রাসকে স্পর্শ করাইয়া রাখিতে হয়। এবং কোন্ কোন্ স্থানে ব্রাস বসাইতে হইবে তাহা ওয়াইণ্ডিং চিত্রে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, এর দিক তীর অনুযায়ী অনুসরণ করিলে পাওয়া যায়। কমিউটেটোরের যে কোয়াতে দুইটি বিভিন্ন দিক হইতে তীর মিলিত হয় তথায়+ব্রাস ও যেখান হইতে দুইটি তীর বিভিন্ন দিকে যাইতে থাকে তথায়—ব্রাস বসাইতে হয়। প্যারালাল রিংওয়াইণ্ডিং ও ল্যাপ ওয়াইণ্ডিং এ যতগুলি মেরু ততগুলি ব্রাস প্রয়োজন হয় এবং তাহাদিগকে কমিউটেটোরের চতুর্দিকে সুসমঞ্জস্য ভাবে সাজাইতে হয় এবং তাহাদিগের নিজেদের মধ্যে কোণিক ব্যবধান মেরুগুলির কোণিক ব্যবধানের সঙ্গিত সমান। ওয়েভ ওয়াইণ্ডিং হইলে মেরুসংখ্যা যতই হউক না কেন কেবল মাত্র দুইটি ব্রাস প্রয়োজন হয় এবং তাহাদিগের মধ্যে একদিকে  $৯০^\circ$  ও অপর দিকে  $২৭০^\circ$  ব্যবধান—ওয়াইণ্ডিং ডায়াগ্রাম দ্রষ্টব্য।

দ্রষ্টব্য:—ডায়নামোর চিত্র অঙ্কন করিবার সময় ব্রাসের কমিউটেটোর স্পর্শী প্রান্তকে আর্মেচারের ঘূর্ণনের দিকে হেলাইয়া আঁকিতে হয়। যদিও আধুনিক কার্বন ব্রাস কমিউটেটোরের গাত্রে খাড়া ভাবে স্থাপিত হয়, তত্রাপি আঁকিবার সময় উল্লিখিত নিয়মটি মানিয়া চলিলে, ভুল দ্বারা নির্দেশ করা না থাকিলেও, ব্রাসের অবস্থা হইতে আর্মেচারের ঘূর্ণনের দিক নির্ধারণ করা যায় (ওয়াইণ্ডিংএর চিত্রগুলি দ্রষ্টব্য)। কোন আর্মেচারকে, যথা, মোটর প্রভৃতির, উভয়দিকে ঘূর্ণনক্ষম রাখাইতে হইলে ব্রাসগুলিকে কমিউটেটোরের গাত্রে খাড়া ভাবে আঁকা হয়, (মোটরের পরিচয় দ্রষ্টব্য)।

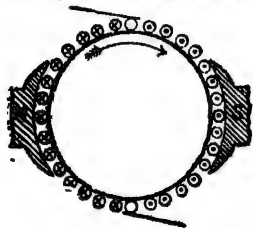


## ষোড়শ পরিচয় ।

অগ্রতা ও অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বৃদ্ধ (Lead and Sparkless Commutation) :—এখন দেখা যাউক কমিউটেটোরের ঠিক কোন্ স্থানে ব্রাস বসাইলে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হইবে না। এতদূর অবধি বলিয়া আসি হইয়াছে—ব্রাসের স্থান এরূপ যে উহার একদিকে কয়েলটি একটি মেরুর অধীন ও অপরদিকে অপর মেরুর অধীন, অর্থাৎ কয়েলের মধ্যে একদিকে প্রবাহ বহিতে বহিতে যখনই অপরদিকে বহমান প্রবাহ সম্ভাবিত হয় তৎক্ষণাৎ যেন উহার কমিউটেটর কোয়া ব্রাস পরিত্যাগ করে। এই নিমিত্ত, ডায়নামোর কার্যাবলী সহজে বুঝাইবার জন্য রাজ্যচুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝামাঝি স্থানে ব্রাস স্থাপিত ধরা হইয়াছে, অর্থাৎ রাজ্যচুম্বকের মেরু সংযোজক রেখাতে লম্বরেখা টানিলে উহা আর্শেচারের যে স্থানে পড়ে সেই স্থানকে ব্রাসের স্থান ধরা হইয়াছে। এতক্ষণ অবধি এই স্থানকে নিষ্ফল স্থান (Neutral zone) ও এইস্থান পার হইবার সময় সম্ভাবিত প্রবাহের দিক উল্টাইয়া যায়, ধরা হইয়াছে। কিন্তু বাস্তবিক ইহা ঠিক নহে। আর্শেচার যে দিকে ঘুরিবে এই স্থান হইতে সেইদিকে খানিকটা অগ্রসর হইলে তবে এই নিষ্ফল স্থান পাওয়া যায় এবং কার্যতঃও দেখা যাইবে যে ডায়নামো চলিতে থাকিলে আর্শেচারের ঘূর্ণনদিকে ব্রাসকে কিছু অগ্রবর্তী করাইয়া দিলে তবে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বন্ধ হয়। ব্রাসকে অগ্রবর্তী করাইবার নিমিত্ত ব্রাসের হোল্ডার বা ধারকগুলি ব্রাস রকার নামক একটি অবলম্বনের সহিত আবদ্ধ থাকে, এই ব্রাস-রকারকে ঘুরাইয়া হোল্ডার সমেত ব্রাসকে অগ্রপ্ৰস্তুত করান যায় এবং কতটা অবধি অগ্রবর্তী করিলে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বন্ধ হইবে, তাহা ব্রাসকে একটু একটু করিয়া সরাইয়া পরীক্ষা (Trial) দ্বারা নিরূপণ করিতে হয়।

অগ্নিফুলিঙ্গ রদ করিবার অল্প ত্রাসকে পূর্বকথিত নিষ্ফল স্থান হইতে যতটা অগ্রবর্তী করিতে হয় তাহাকে ত্রাসের অগ্রতা বা লীড(Lead) বলে।

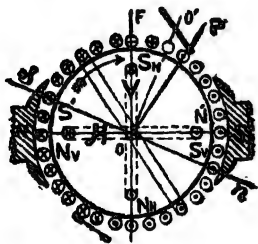
অগ্রতার প্রথম কারণ :—আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহহেতু রাজ্যের বক্রতা বা নিষ্ফল স্থানের অগ্রভবন। পূর্বে বলা হইয়াছে ঠিকমত নিষ্ফল স্থান মেরুদ্বয়ের মাঝামাঝি স্থান হইতে আর্মেচারের ঘূর্ণনদিকে কিছু অগ্রবর্তী, অবশ্য যদি আর্মেচার ঘুরিতে থাকে। নচেৎ যদি আর্মেচার না ঘোরে তাহা হইলে এই মাঝামাঝি স্থানই নিষ্ফল স্থান। কিন্তু যখন আর্মেচার ঘুরিতে থাকে তখন ইহার পরিচালকগুলির মধ্যে প্রবাহ উৎপন্ন হয়, ও এই প্রবাহ দ্বারা আর্মেচারের লৌহকোরটি চুম্বকীভূত হয়। এই চুম্বকীভবনের প্রাথমিক আর্মেচারের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহবেগের



চিত্র—৩৪১

উপর নির্ভর করে। ৩৪১ চিত্র অনুযায়ী একটি ড্রাম আর্মেচার লইলে, উহাতে আর্মেচারের যেকোন ঘূর্ণনগতি দর্শিত হইয়াছে তদনুযায়ী যেকোন প্রবাহ হয় তাহা ঐ চিত্রে  $\odot$  ও  $\times$  দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।

অতএব দৃষ্ট হইবে এই আর্মেচারের পাক বা ফাঁসগুলিকে দুইভাগে বিভক্ত করা চলে—ভূসমান্তরাল ও খাড়া।

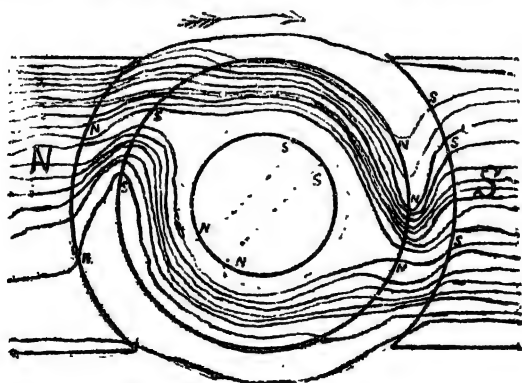


চিত্র—৩৪২

এইগুলি ৩৪২ চিত্রে যথাক্রমে H ও V দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। এখন যদি “দক্ষিণ হস্ত” বা “আম্পায়ারের “সম্মুখ-কারী” নিয়মানুসারে এই দুইপ্রকার ফাঁস গুলির মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ হেতু আর্মেচার লৌহে সম্ভাবিত চুম্বক-স্থের মেরুদ্ব নির্ধারণ করা যায়, তাহা

হইলে ভূ-সমান্তরাল অংশ হেতু H দ্বারা সূচিত ও খাড়া অংশ হেতু V

অক্ষর দ্বারা সূচিত ভাবের মেরুদ্বয় হইবে (চিত্রে H ও N মেরুঅক্ষরে সংযুক্ত) অর্থাৎ II চিহ্নিত ভূসমাস্তুরাল ফাঁসগুলি দ্বারা রাজ্যের আড়দিকে মেরুদ্বয় উৎপন্ন হয়, ইহাকে আড়চুম্বকত্ব বা ‘ক্রসম্যাগনেটিজম্’ ( Cross-magnetism ) বলে এবং চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে আড়চুম্বকত্বের মেরুদ্বয় এরূপ যে আশ্মেচারের ঘূর্ণন গতিকে বাধা দেয়, সুতরাং আশ্মেচারের চালক ইঞ্জিনের উপর ভার আনয়ন করে ; এখন বৃষ্টিতে পারা বাইতেছে যে পূর্বে যাহাকে আশ্মেচারের প্রতিক্রিয়া বলা হইয়াছে, ইহা তাহারই একটি অংশ বা কারণ। এবং V চিহ্নিত খাড়া ফাঁসগুলি দ্বারা ভূ-সমাস্তুরাল দিকে এরূপভাবে মেরুসম্ভাবিত হয় যে S হইতে N এর দিকে অর্থাৎ রাজ্যের বিপরীত দিকে বলরেখা উৎপন্ন হয়, সুতরাং ইহার দ্বারা রাজ্য তেজ হ্রাস পায়, সেইজন্য এই ফাঁসগুলিকে চুম্বক নাশক ফাঁস ( Demagnetising belt ) বা বিপরীত পাক ( Back turns ) বলে এবং ইহা আশ্মেচার প্রতিক্রিয়ার অপর অংশ বা কারণ।



চিত্র—৩৪৩

অর্থাৎ আশ্মেচারের প্রতিক্রিয়া ক্রসম্যাগনেটিজেশান ও ডিম্যাগনেটাইজিং বেল্ট হেতু ঘটে। এখন এই ডিম্যাগনেটাইজিং বেল্ট হেতু রাজ্যের

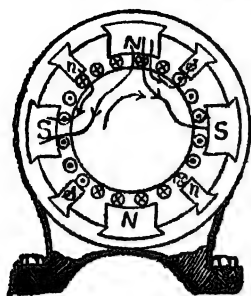
প্রার্থ্য ( আর্থেচারের মধ্যে ) হ্রাস প্রাপ্ত হয়—অর্থাৎ রাজ্য কৰ্ত্তক আর্থে-  
চারের মধ্যে যে সম্ভাবিত মেরুত্ব, তাহার তেজ হ্রাস হয়। আর্থেচারের  
এই হ্রাসপ্রাপ্ত ভূ-সমান্তরাল মেরু তেজকে যদি  $S'$  ও  $N'$  ধরা যায়, তাহা  
হইলে এবম্প্রকার তেজবিশিষ্ট মেরু রাজ্য ও ক্রমশঃগনেটিজেশান বা  
আড়দিকের রাজ্য, এতদ্ব্যতীত মিলিয়া মোট রাজ্য কিছু বাকিয়া যায়  
এবং ইহা বাকিয়া আর্থেচারের ঘূর্ণনগতির দিকে কিছু অগ্রসর হয়,  
ইহা ৩৪৩ চিত্রে ঘূর্ণয়মান রিং-আর্থেচারের মধ্য দিয়া বলরেখার আনুমানিক  
অবস্থা দেখিলে বুঝা যায়। অতএব মোট বলরাজ্যের দিক আর্থেচারের  
ঘূর্ণনদিকে ঘুরিয়া যায়, ইহা ৩৪২ চিত্রে  $s n$  রেখা দ্বারা দর্শিত হইয়াছে।  
সুতরাং এই মোট বলরাজ্যে লম্বরেখা টানিলে উহা কমিউটেটারের যে  
স্থান দিয়া যায়, সেইখানটি প্রবাহের দিক পরিবর্তনের স্থান এবং তথায়  
কোনরূপ ভোলটেজ সম্ভাবিত হয় না। কিন্তু ব্রাসকে কেবলমাত্র এই  
অবধি অগ্রসর করাইলে চলিবে না, ইহা অপেক্ষা আরও কিছু  
অধিক অগ্রসর করিতে হইবে।

অগ্রতার দ্বিতীয় কারণ ভগ্নকালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদ :—নিরবিচ্ছিন্নভাবে  
প্রবাহ আহরণের জন্য ব্রাসের মুখ এত চওড়া হয় যে উহা সর্বদাই  
দুইটি করিয়া কমিউটেটার কোয়াকে স্পর্শ করিয়া থাকে, সুতরাং আর্থেচার  
রিংই হউক বা ড্রামই হউক, ঐ কোয়াদের মধ্যস্থ পাক বা ফাঁসগুলি  
ব্রাসের মধ্য দিয়া বৈদ্যুতিকভাবে সংযুক্ত বা সর্ট 'সার্কিটেড' হয়।  
এখন যদি ব্রাসটি  $O'$  চিহ্নিত স্থানে, চিত্র ৩৪২, ( যেখানে কোনরূপ  
ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় না ) স্থাপন করা হয়, তাহা হইলে ঐ স্থানে  
সর্ট-সার্কিটেড কয়েল বা ফাঁসগুলির মধ্যে যদিও কোনরূপ ভোলটেজ  
সম্ভাবিত হয় না। তত্রাপি কিছু প্রবাহ থাকে। তাহার কারণ, ব্রাসে  
পৌছবার পূর্বে পর্যন্ত উহা যে মেরু ভাগ করিতে উদ্যত, তাহার  
অধীন ছিল এবং সেই মেরুদ্বারা উহাতে ভোলটেজ সম্ভাবিত হইয়াছিল,

তজ্জগৎ ইহাতে প্রবাহ বহিতেছিল এবং বলা বাহুল্য যে এই প্রবাহ এই মেরুর অধীনস্থ আশ্মেচারের অর্ধেক পরিমিত কয়েলের মধ্য দিয়া বহিতেছিল। যখন উহা নিফল স্থানে আসে, তখন উহার মধ্যে খুব অল্প সময়ের জন্ত ভোলটেজ সম্ভাবনা বন্ধ হয় বটে, কিন্তু সঙ্গে সঙ্গে প্রবাহ বন্ধ হয় না, ইহা আরও কিছুক্ষণের জন্ত অবশ্য খুব অল্প সময়ের জন্ত ঠিক পূর্বের মত ঐ কয়েলের মধ্য দিয়া, অর্থাৎ যে দিকে বহিতেছিল সেই দিকে, বহিতে থাকে (যেমন একটি ইঞ্জিন কোন গাড়িকে ঠেলিয়া লইয়া যাইতে যাইতে হঠাৎ ঠেলা কাধ্য বন্ধ করিয়া থামিয়া গেলেও গাড়ী তৎক্ষণাৎ থামে না, ইঞ্জিন বন্ধ হইবার পরেও কিছুক্ষণের জন্ত চলিতে থাকে ও কিছু পরে থামিয়া যায়)। এই অবস্থায় ফাঁস বা কয়েলটি ব্রাসের মধ্য দিয়া স্ট-সার্কিটেড হওয়ায় ভোলটেজ সম্ভাবনা বন্ধ হইবার পরেও বহমান প্রবাহ, আশ্মেচার কয়েলের অর্ধাংশের মধ্য দিয়া প্রবাহিত না হইয়া, ব্রাস ও কমিউটেটারের কোয়ান্ডয়ের মধ্য দিয়া নিজের মধ্যে বহিতে থাকে। এখন প্রায় সঙ্গে সঙ্গেই কমিউটেটারের একটি কোয়া ব্রাসকে ছাড়িয়া বাইবে, সেই সময় স্ট-সার্কিটেড কয়েলটির বৈদ্যুতিক পথ ঐ ব্রাসের স্থানে ভগ্ন হইবে। সুতরাং কয়েলটির মধ্যে প্রবাহ থাকা হেতু, ঐ পথ ভগ্নকালে, কয়েলটির মধ্যে স্বীয় সম্ভাবন হইবে এবং ইহা ভগ্নকালীন স্বীয় সম্ভাবন বলিয়া ঐ স্থানে ভগ্ন কালীন অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ( Break spark ) হইবে। ইহাই ব্রাসের নিকট অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হইবার কারণ। অগ্নি স্ফুলিঙ্গ রদ করিতে হইলে, যদি ব্রাসটিকে আরও একটু অগ্রসর করা যায়, তাহা হইলে পথ ভগ্ন হইবার পূর্বেই, ঐ ব্রাস অপর মেরুর অধীন হইবে ও ব্রাসটা কমিউটেটার কোয়াকে স্পর্শ করিয়া থাকিবার কালে, পূর্বে যে প্রবাহ বহিতেছিল তাহা ক্রমশঃ ব্রাস হইয়া বন্ধ হইয়া বাইবে ও বিপরীত দিকে প্রবাহ সম্ভাবিত হইতে থাকিবে ( পরেও কয়েলের মধ্য দিয়া এই

বিপরীত দিকেই প্রবাহ বহমান হইবে)। সুতরাং ত্রাসটিকে একরূপ স্থানে দেওয়া হয় যে, ঐ স্থানে কমিউটেটার কোয়া ত্রাস পরিত্যাগকালে অর্থাৎ পার হইবার সময়, এই নব (বিপরীত দিকের) ই, এম, এফ, ও তৎকালীন প্রবাহ একরূপ পরিমাণে সম্ভাবিত হয় যে, ভগ্নকালীন স্বীয় সম্ভাবন হেতু বর্দ্ধিত হইয়াও উহার, পরে পূর্ণ সম্ভাবনের সময় ঐ কয়েলের মধ্যে যতটা পরিমাণ ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, তাহাদের অপেক্ষা অধিক হয় না—অতএব আর অগ্নিশুলিঙ্গ হয় না। অর্থাৎ ত্রাসটিকে একরূপস্থানে দিতে হইবে যে পরে এই কয়েলের মধ্যে যে সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণ ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হইবে ও তৎকালে ইহার মধ্য দিয়া যে প্রবাহ বহমান হইবে, ভগ্ন কালীন স্বীয় সম্ভাবন দ্বারা বর্দ্ধিত হইয়াও যেন ইহাতে তদপেক্ষা অধিক ই, এম, এফ, বা প্রবাহ সম্ভাবিত না হয়। এই স্থানটি সকল সময় পরীক্ষা (trial) দ্বারা নিরূপিত হইয়া থাকে।

ইন্টার পোল ডায়নামো (Interpole Dynamo) ও যে কোন পরিমাণের প্রবাহ বিনা অগ্নিশুলিঙ্গে একটি স্থান হইতে আহরণ :—পূর্বেই বলা হইয়াছে ত্রাসকে যথাস্থানে না বসাইলে ত্রাস ও কমিউটেটারের মধ্যে অগ্নিশুলিঙ্গ ঘটে—এই অগ্নিশুলিঙ্গ কমিউটেটার ও ত্রাস উভয়ের পক্ষেই ক্ষতিকর। সুতরাং ত্রাসকে একরূপ স্থানে স্থাপিত করিতে হয় যেন যথাসম্ভব অল্প অগ্নিশুলিঙ্গ হয় এবং দৃষ্ট হইয়াছে এই স্থানটি সমষ্টি চুম্বক রাজ্যের নিম্নলিখিত স্থানের কয়েক ডিগ্রী (°) পরে। এখন এই সমষ্টি চুম্বক রাজ্য, সুতরাং উহার নিম্নলিখিত স্থান, আর্মেচার প্রবাহের উপর নির্ভর করে। প্রবাহ যত অধিক হইবে সমষ্টি চুম্বকরাজ্য তত অধিক ঘুরিয়া যাইবে। অতএব ডায়নামো হইতে বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ লইতে থাকিলে সমষ্টি চুম্বকরাজ্য, সুতরাং নিম্নলিখিত স্থানের, দিক পরিবর্তিত হইতে থাকে। অতএব প্রবাহ অনুযায়ী ত্রাসকে বিভিন্ন স্থানে স্থাপিত করিতে হয়—প্রবাহ যত অধিক হইবে ত্রাসের লীড তত অধিক হওয়া প্রয়োজন। ইন্টার পোল যন্ত্রে প্রবাহের পরিমাণ পরিবর্তনের সহিত ত্রাসের স্থান পরিবর্তনের প্রয়োজন হয় না। ইহাতে প্রবাহের পরিমাণ পরিবর্তিত হইতে থাকিলেও সমষ্টি চুম্বকরাজ্য ও নিম্নলিখিত স্থানের দিক পরিবর্তিত হয় না। অতএব প্রবাহ পরিমাণ যেরূপই হউক না কেন ত্রাসকে প্রায় এক স্থানে স্থাপিত রাখিয়া উহা আহরণ করা যায়। বলরেখাসহ ইন্টার পোল যন্ত্র ৩৪৪ চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে দৃষ্ট হইবে প্রত্যেক দুইটি করিয়া



চিত্র-৩৪৪

নিষ্ফল স্থান পান হইবার সময় উহাদিগের মধ্যে ই এম, এফ এর দিক পরিবর্তন বাধ্য সাহায্য করে—সুতরাং ‘কমুটেশন’ (Commutation) ভাল হয়।

**ডায়নামোয় ই, এম, এফ, হিসাব :—**বিমের যন্ত্রে ধরা যাউক  $F$ —আমেচারের মধ্য দিয়া মোট ‘ফ্লাক্স’ (Flux) বা বলরেখা,  $Z$ —আমেচারস্থ সিরিজে সংযুক্ত মোট তার সংখ্যা,  $N$ —প্রতি দেকেকে আমেচারের ঘর্ণন সংখ্যা,—তাহা হইলে প্রত্যেক ঘূর্ণনে প্রত্যেকতার  $F$  বলরেখাকে দুইবার কাটে, অর্থাৎ প্রত্যেক ঘূর্ণনে  $2F$  বলরেখাকে কাটে, সুতরাং প্রতিদেকেকে  $2FN$  বলরেখাকে কাটে, সুতরাং প্রত্যেক তারের ই, এম, এফ, —  $2FN$  সি, জি, এস, ইলেকট্রোম্যাগনেটিক ইউনিট বা  $\frac{2FN}{10^8}$  ভোলট। এবং যেহেতু আমেচারের দুই বিপরীত স্থানে দুইটি ব্রাশ স্থাপিত হয়, আমেচারের মধ্যে একটি ব্রাশ হইতে অপর ব্রাশে বাইবার জন্ত প্রবাহ দুইটি সমান পথ পায়, একটি একদিক দিয়া, আর একটা অপর দিক দিয়া। সুতরাং এই পথদ্বয়ের প্রত্যেকের মোট তার সংখ্যা  $Z$  এবং ইহার সিরিজে সংযুক্ত। এবং যেমন প্যারাললে সংযুক্ত দুইটি ব্যাটারি ই, এম, এফ, একটি ব্যাটারির ই, এম, এফ, এর সমান, ডায়নামোতেও প্যারাললে সংযুক্ত পথদ্বয়ের ই, এম, এফ, একটি পথের ই, এম, এফ, এর

সহিত সমান। সুতরাং ডায়নামোর মোট ই, এম, এফ,  $= Z/2$  সংখ্যক তার হেতু ই, এম, এফ।

$$\text{সুতরাং ই, এম, এফ,} = \frac{2FN}{10^8} \times \frac{Z}{2} \text{ ভোল্ট} = \frac{FNZ}{10^8} \text{ ভোল্ট।}$$

$$\text{বলরেখা} \times \text{ঘূর্ণনগতি} \times \text{তার সংখ্যা} \text{ ভোল্ট।}$$

**বহুমেরু মাত্র:**—যদি P জোড়া মেরু থাকে তাহা হইলে মোট বলরেখা  $= P \times (\text{এক জোড়া মেরুর বলরেখা})$  সুতরাং উল্লিখিত সম্বন্ধ হইতে আর্থেচারের তারগুলি সিরিজে সংযুক্ত হইলে ই, এম, এফ,  $= \frac{P \times F \times N \times Z}{10^8}$  ভোল্ট, আর যদি তারগুলি প্যারাললে সংযুক্ত হয়,

$$\text{ই, এম, এফ,} = \frac{F \times N \times Z}{10^8} \text{ ভোল্ট। যথা, একটি চাবি মেরু বা দুইজোড়া}$$

মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র লইলে—যদি আর্থেচারের তার সকল সিরিজে সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে তার সকল দুইভাগে বিভক্ত হইতেছে এবং প্রত্যেকভাগে  $Z/2$  সংখ্যক তার আছে। এবং যেহেতু প্রত্যেক মেরু হইতে মোট F সংখ্যক বলরেখা আর্থেচারের মধ্যে হয়, এবং একরূপ চাবিটি মেরু আছে, সুতরাং প্রত্যেক এক পাক ঘূর্ণনে ৪ F সংখ্যক বলরেখা ছেদিত হইতেছে, অতএব প্রতি সেকেন্ডে মোট ৪ F N সংখ্যক বলরেখা ছেদিত হইতেছে, সুতরাং প্রত্যেক তারের মধ্যে  $\frac{8FN}{10^8}$  ভোল্ট ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হইতেছে এবং

$$\text{একরূপ } Z/2 \text{ সংখ্যক তার সিরিজে সংযুক্ত থাকায়, মোট সম্ভাবিত ই, এম, এফ,} = \frac{8FN}{10^8} \times \frac{Z}{2} = \frac{2FNZ}{10^8} \text{ ভোল্ট, এখানে } P=2।$$

কিন্তু যদি প্যারাললে সংযুক্ত যন্ত্র হয়, তাহা হইলে ঐ Z সংখ্যক তার প্যারাললে সংযুক্ত চারটি ভাগে পরিণত হইতেছে, সুতরাং প্রত্যেক ভাগে মোট তার সংখ্যা  $= Z/4$ , এবং পূর্বের স্থান প্রত্যেক ভাগের মধ্যে (সুতরাং মোট) সম্ভাবিত ই, এম, এফ,  $= \frac{8FN}{10^8} \times \frac{Z}{4} \text{ ভোল্ট} = \frac{FNZ}{10^8} \text{ ভোল্ট।}$



## ডায়নামোর পারকতা (Efficiency of Dynamos)

প্রত্যেক যন্ত্রেই যে পরিমান শক্তি যোগান হয় সেই পরিমান কার্য পাওয়া যায় না, কোন না কোন কারণে কিছু শক্তির অপব্যয় ঘটে। কোন যন্ত্রের মধ্যে যে পরিমান কার্যশক্তি যোগান হয় তাহার সহিত তুলনায় যে পরিমাণ কার্য ঐ যন্ত্র হইতে পাওয়া যায় তাহাকেই যন্ত্রের পারকতা বা 'এফিসিয়েন্সি' (Efficiency) বলে। ডায়নামো ও মোটরে বেয়ারিংএর সহিত সার্কিটের ঘর্ষণ, ব্রাসের ঘর্ষণ এবং বায়ুর মধ্যে ঘূর্ণায়মান অংশাবলী হেতু বাধা, এই সকল কারণে কিছু অপব্যয় ঘটে। এতদ্ব্যতীত আর্মেচার ও রাজ্য চুম্বক সকল উত্তপ্ত হওয়া, এবং এডি কারেন্ট ও হিষ্টেরেসিস হেতু লোহের মধ্যে কিছু অপচয় হয়। এই সকল কারণে ডায়নামো বা মোটরের মধ্যে যতটা শক্তি প্রয়োগ করা হয় ততটা পরিমাণ কার্য পাওয়া যায় না। এই সম্পর্কে নিম্নলিখিত সূত্রগুলি দ্রষ্টব্য—

$$\text{বৈদ্যুতিক পারকতা} = \frac{\text{বহির্পথে ওয়াট}}{\text{মোট উৎপন্ন ওয়াট}}$$

$$\text{Electrical Efficiency} = \frac{\text{Watt in the external circuit}}{\text{Total watt generated}}$$

$$\text{সগুদাগরি পারকতা} = \frac{\text{বহির্পথে ওয়াট}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$$

$$\text{Commercial efficiency} = \frac{\text{watts in the external circuit}}{\text{Total power supplied}}$$

সুতরাং সগুদাগরি পারকতা সকল সময় বৈদ্যুতিক পারকতা অপেক্ষা কম, কারণ যন্ত্রের মধ্যে ঘর্ষণ হেতু অপচয় ঘটেই। কিন্তু এরূপ অপচয় অতি অল্প হয় বলিয়া এই পারকতা দ্বয়ের মধ্যে অধিক প্রভেদ হয় না। ভাল বড় যন্ত্রের সগুদাগরি পারকতা ৯২% হইতে ৯৫%।

$$\text{যান্ত্রিক পারকতা} = \frac{\text{মোট উৎপন্ন ওয়াট}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$$

$$\text{Mechanical efficiency} = \frac{\text{Total watts generated}}{\text{Total Power supplied}}$$

হতরাং পূর্বসূত্রদ্বয় হইতে—

$$\text{যান্ত্রিকপারকতা} = \frac{\text{সওদাগরি পারকতা}}{\text{বৈদ্যুতিক পারকতা}}$$

$$\text{Mechanical Efficiency} = \frac{\text{Commercial Efficiency}}{\text{Electrical Efficiency}}$$

উপরেই বলা হইল, ঘর্ষণ, এডিকারেন্ট, হিষ্টেরেসিস, প্রভৃতি হেতু ডায়নামোতে শক্তির আভ্যন্তরিক অপচয় খুবই অল্প হয় (ভাল যন্ত্রে প্রায় ৪%—৬%)। এই জন্ম ভাল ডায়নামোর যান্ত্রিক পারকতা অত্যন্ত অধিক হয়, প্রায় ৯৬% বা ৯৭% এবং শক্তির রূপান্তর করিতে ভাল ডায়নামোর মত পারক যন্ত্র আর নাই বলিলেই হয়। এবং পারকতা হিসাবে মোটর (বৈদ্যুতিক) ষ্ট্রিক ডায়নামোর মত। অতএব এই বৈদ্যুতিক যন্ত্র দুইটা সর্বাপেক্ষা অধিক “পারক” যন্ত্র।

**পারকতার তালিকা (Table of Efficiencies) :—**

যদি ডায়নামোর মধ্যে ঘর্ষণ, এডিকারেন্ট ও হিষ্টেরেসিস হেতু আভ্যন্তরিক শক্তির অপচয় হয়  $W$  ওয়াট,  $e$ —টার্মিনালদ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ বা পি, ডি, বহির্পথের প্রবাহ হয়  $C$  আমপেয়ার,  $R_a$ —আর্মচারের,  $R_m$ —রাজ্যচুম্বকের সিরিজ কয়েলের ও  $R_s$ —সান্ট কয়েলের বাঁধা, তাহা হইলে—

যন্ত্র	বৈদ্যুতিক পারকতা	সওদাগরি পারকতা
সিরিজ	$\frac{e C}{eC + C^2 (R_a + R_m)}$	$\frac{e C'}{eC + C^2 (R_a + R_m) + W}$
সান্ট	$\frac{e C}{eC + \frac{C^2}{R_s} + \left(C + \frac{e}{R_s}\right)^2 R_a}$	$\frac{e C}{eC + \frac{C^2}{R_s} + \left(C + \frac{e}{R_s}\right)^2 R_a + W}$

যদি সর্ট সার্ট কম্পাউণ্ড যন্ত্র হয়, বৈদ্যুতিক পারকতা =

$$\frac{eC + C^2 R_m + (e + C R_m)^2 + \left( C + \frac{e + C R_m}{R_s} \right)^2 R_a}{eC}$$

সংযোগের পারকতা—উপরের হরের (Denominator) সহিত W যোগ করিলে পাওয়া যাইবে।

ডায়নামোর রোগ (Defects in Dynamos) :—

ডায়নামোর একটি খুব সাধারণ রোগ, আর্মেচার ঠিকমত বা প্রয়োজন মত গতিতে ঘুরিতে থাকিলেও উহাতে প্রবাহ উৎপন্ন হয় না বা যদিও হয়, যতটা প্রবাহ উৎপন্ন হইবার জন্য যন্ত্রটি প্রস্তুত হইয়াছে, ততটা প্রবাহ হয় না। এই রোগের কারণ হইতে পারে, (১) ডায়নামোর নিজের মধ্যে কোন দোষ, অথবা (২) যে বহির্পথে প্রবাহ সরবরাহ করিতে হইবে তাহাতে কোন দোষ, যথা, সার্ট যন্ত্রে, যদি ইনসুলেশান ঠিক থাকে এবং ডায়নামোটি ঠিক থাকে, তাহা হইলে প্রবাহ উৎপন্ন না হইবার কারণ (১) বহির্পথের বাধা অত্যন্ত কম হওয়া বা (২) রাজ্যচুম্বকের প্রয়োজনমত চুম্বকত্ব না থাকা। পূর্বেই দেখা গিয়াছে যে ভাল সার্ট ডায়নামোর রাজ্যকয়েলের বাধা বহির্পথের বাধার সহিত তুলনায় খুব অধিক এবং এই বহির্পথের বাধা, মেনের মধ্যস্থ প্যারালালে সংযুক্ত বাতির সংখ্যা যত বাড়ান যায়, তত কম হয়। সুতরাং যদি এইভাবে বা অন্য কোন প্রকারে বহির্পথের বাধাকে কমাইয়া, ডায়নামোকে ঠিক ভাবে কার্য করিতে হইলে ঐ বাধা যেরূপ হওয়া উচিত, তদপেক্ষা যদি অনেক কমাইয়া ফেলা যায়, তাহা হইলে ডায়নামো আর কাজ করিতে অর্থাৎ প্রবাহ দিতে পারিবে না। যাহাতে সমস্ত প্রবাহ রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া যায় সেইজন্য সমস্ত বহির্পথ ডায়নামো হইতে খুলিয়া দিয়া (সুইচ উঠাইয়া দিয়া) যন্ত্রটিকে হ্রেক মিনিট কাল চালাইয়া, এইরূপে হ্রাস প্রাপ্ত রাজ্য চুম্বকের উত্তেজনাকে বন্ধিত করা

যায়। অতঃপর রাজ্যচুম্বক ঠিক ভাবে উত্তেজিত হইলে, স্মিচ সাহায্যে বহির্পথে প্রবাহ লওয়া চলে।

**ডায়নামো উত্তেজিত না হওয়া :-** (ক) অনেক সময় ভুল সংযোজন হেতু ( অর্থাৎ যাহাতে ইহার ঘূর্ণন গতি উল্টাইয়া যায় ) হয়। একপস্থলে রাজ্যকয়েলের শেষভাগদ্বয়ের সংযোজন ব্রাসের সহিত পূর্ব সংযোগের বিপরীত করিয়া দিতে হয় ( ২৫০ পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য )। কতকগুলি প্রকার যন্ত্রে, বিশেষতঃ বহুমেরু যন্ত্রে, রাজ্যকয়েলের সংযোজন না বদলাইয়া কেবল ব্রাস-রকারকে ঘুরাইয়া এই ভুলের ফল সংশোধিত হইতে পারে, যথা ৪-মেরু বা ৬-মেরু যন্ত্রে ব্রাস-রকারকে যথাক্রমে পরিধির  $\frac{1}{2}$  বা  $\frac{1}{3}$  অংশ ঘুরাইতে হইবে। দ্বিমেরু যন্ত্রে সচরাচর এরূপ করা হয় না। কারণ তাহাতে রকারকে পরিধির অর্দ্ধেক ঘুরাইতে হইবে। ৩৫১, ৩৫৩চিত্রদ্বয় দেখিলে সহজে বুঝিতে পারা যাইবে কিরূপে ব্রাসের স্থান পরিবর্তন দ্বারা রাজ্যকয়েলের সংযোজন পরিবর্তিত হয়।

(খ) টার্মিনালে ময়লা পড়া বা (গ) ক্রু টাইট না হওয়া হেতু টার্মিনাল স্থানে ভালরূপ সংযোজন ক্রিয়া না ঘটায় দুরূহ হইতে পারে, অথবা (ঘ) বহির্পথের মধ্যে সংযোজনগুলি ভালরূপ না হওয়ার দুরূহও হইতে পারে। (ঙ) ব্রাস হোল্ডারের সহিত রাজ্যকয়েলের বা টার্মিনালের সংযোজক তারগুলি যদি আলগা থাকে বা ছিন্ন হয়, অথবা যদি (চ) ব্রাসগুলি কমিউটেটোরের উপর যথাস্থানে স্থাপিত না হয় তাহা হইলে ডায়নামো উত্তেজিত হইবে না, (ছ) অনেক সময় ইনহুলেদানের দোষ হেতু সর্ট সার্কিট হওয়ার দুরূহ ডায়নামো ঠিকভাবে কাজ করে না।

**ডায়নামোর মধ্যে সর্ট সার্কিট ঘটা :-** ডায়নামো বা মোটর প্রভৃতির গ্রায় বৈদ্যুতিক যন্ত্রে সর্ট সার্কিট ঘটিলে শক্তির অপব্যয় হয়, সেই জন্য যন্ত্রগঠনে ও তার জড়াইয়া কয়েল প্রস্তুত করণে বিশেষ সাবধান হইতে হয়। ডায়নামোতে নিম্নলিখিত

কয়েক প্রকারের সর্ট সার্কিট ঘটিতে পারে,—(১) রাজ্যকয়েল ও চুষকের মধ্যে (২) রাজ্যকয়েলের নিজের মধ্যে, (৩) আর্শেচারের লৌহখণ্ডের মধ্যে, (৪) আর্শেচার কয়েলের নিজের মধ্যে, (৫) কমিউটেটারের কোয়াগুলির মধ্যে এবং (৬) ব্রাসহোল্ডার গুলি ও রকারের মধ্যে। এখন কোনস্থানে সর্ট সার্কিট ঘটিয়াছে তাহা স্থির করিবার উপায় নিম্নে প্রদত্ত হইল।

(১) রাজ্যকয়েল ও চুষকের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে একটি ৫০ ভোল্ট ব্যাটারি লইয়া উহার একটি পোল রাজ্যকয়েলের এক শেষভাগের সহিত ও অপর পোল একটি গ্যালভানোমিটারের একটি বন্ধন স্ক্রু'র সহিত সংযুক্ত করিয়া, গ্যালভানোমিটারের অপর বন্ধন স্ক্রু হইতে একটি তার লইয়া চুষক লৌহের যে কোন স্থানে স্পর্শ করাইলে যদি গ্যালভানোমিটারের চুষক সূচ ঘুরিয়া যায় তাহা হইলে প্রবাহ বহিতেছে, স্মরণ্য রাজ্যকয়েল ও চুষকের মধ্যে সর্ট সার্কিট আছে।

(২) রাজ্যকয়েলের নিজের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে রাজ্যকয়েলের তারের স্থূলতা ও পাকসংখ্যা হইতে ঐ তারের দৈর্ঘ্য ও তাহা হইতে ইহার বাধা হিসাব করিয়া বাহির করিতে হইবে। অর্ন্তঃপর বাস্তবিক উহার বাধা কি, তাহা হোয়েটস্টোন ব্রিজ ও রেজিষ্ট্যান্স কয়েলের সাহায্যে পরীক্ষা করিয়া ঠিক করিতে হইবে। যদি এই বাস্তবিক বাধার সহিত হিসাব মত পার্থক্য বিশেষ প্রভেদ হয়, তাহা হইলে কয়েলের নিজের মধ্যে সর্ট সার্কিট আছে বুঝিতে হইবে। রাজ্যকয়েলে সর্ট সার্কিট হইলে, খুলিয়া পুনরায় উহাকে ঠিক ভাবে জড়াইতে হইবে।

(৩) আর্শেচার ও উহার কয়েলের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে, কমিউটেটার হইতে ব্রাস সকল খুলিয়া লইয়া (১) এর মত আর্শেচার কয়েলের এক শেষভাগ ব্যাটারির একপোলের সহিত সংযোগ করিয়া, ব্যাটারির অপর পোল গ্যালভানোমিটারের একটি

বন্ধন জুঁর সহিত সংযোগ করিয়া, গ্যালভানোমিটারের অপর জুঁ হইতে একটি তার লইয়া আশ্মেচারের বা কমিউটেটারের যে কোন অনাবৃত লোহ অংশে স্পর্শ করাইলে, যদি সর্ট সার্কিট হইয়া থাকে, তাহা হইলে গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিয়া যাইবে।

(৪) আশ্মেচারের কয়েলগুলির নিজেদের মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে কয়েলগুলিকে কমিউটেটারের কোয়া হইতে খুলিয়া, পৃথক ভাবে প্রত্যেক কয়েলের বাধা বাহির করিতে হইবে। কোন কয়েলের বাধা গড়বাধা হইতে অধিক তফাৎ হইলে ঐ কয়েলটিতে সর্ট সার্কিট আছে।

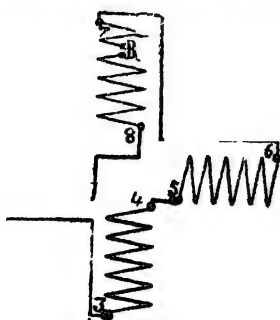
ইহা আরও সহজ উপায়ে দেখা যাইতে পারে। ব্রাসগুলি তুলিয়া দিয়া উত্তেজিত রাজ্য চুম্বকের রাজ্যে আশ্মেচারকে ঘুরাইলে, যদি উহার কোন কয়েলে সর্ট সার্কিট থাকে তাহা হইলে তাহাতে খুব অধিক প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে ও তজ্জগত তাহা গরম হইয়া উঠিবে।

(৫) কমিউটেটারের কোয়াগুলির মধ্যে সর্ট সার্কিট দেখিতে হইলে, কয়েলগুলি খুলিয়া দিয়া, একটি সেল ও গ্যালভানোমিটার লইয়া প্রত্যেক কোয়া তাহার সন্নিহিত কোয়ার সহিত সর্ট সার্কিট হইয়াছে কিনা দেখিতে হইবে। সেলের একটি পোল গ্যালভানোমিটারের একটি বন্ধন জুঁর সহিত যোগ করিয়া, সেলের অপর পোল হইতে একটি তার ও গ্যালভানোমিটারের অপর বন্ধন জুঁ হইতে একটি তার, এই দুইটি তার লইয়া পাশাপাশি দুইটি কোয়াতে স্পর্শ করাইলে, যদি গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিয়া যায়, তাহা হইলে কোয়াদ্বয় পরস্পর হইতে ভালরূপে রোধিত নহে।

(৬) ব্রাস হোল্ডারের সহিত 'রকারের' সর্ট সার্কিট হইয়াছে কিনা খরিতে হইলে, একটি ম্যাগনেটো বেলের তারদ্বয় লইয়া একটিকে রকারের সহিত সংযুক্ত রাখিয়া অপরটিকে এক একটি করিয়া হোল্ডারের সহিত স্পর্শ করাইয়া ম্যাগনেটে বেলের হ্যাণ্ডেল ঘুরাইলে, যদি কখনও ঘণ্টা

বাজে, তাহা হইলে ঐ হোন্ডারের সহিত সর্ট সার্কিট ঘটয়াছে। লাইন হইতে পরীক্ষা করিতে হইলে, লাইন ভোল্টেজের উপযোগী একটি আলো লইয়া লাইনে একটি তারের সহিত সংযুক্ত করিতে হয়, আলোর অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার ও লাইনের অপর তার, এই দুইটি তার লইয়া পূর্বের গত পরীক্ষা করিলে, যদি আলো জ্বলে, তাহা হইলে সর্ট সার্কিট ঘটিয়াছে।

(২) মেনের মধ্যে সাট সার্কিট থাকিলে সিরিজ বস্তুর আশ্বেচার ঘুরিতে বাধা পাইবে এবং ইহাকে চালাইতে অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হইবে। সাট যন্ত্র কিন্তু অত্যন্ত দ্রুত চলিবে, ইহাকে 'রেস' (Race) করা বলে। কম্পাউণ্ড ডায়নামো হইলে আশ্বেচারের গতি প্রায় একভাব থাকে বটে, কিন্তু অত্যন্ত অগ্নিশুলিঙ্গ হয় এবং যন্ত্রটি গরম হইয়া উঠে। যদি ডায়নামো ঠিক ভাবে না চলে তাহা হইলে প্রথমে দেখা উচিত মেনে দোষ আছে কি না, সেইজন্য মেনকে যন্ত্র হইতে খুলিয়া দিয়া বস্তুর সহিত পরীক্ষক আলো বা 'পাইলট ল্যাম্প' (Pilot Lamp) সংযুক্ত করিয়া যন্ত্রটিকে চালাইলে যদি উহা ঠিকমত জ্বলে, তাহাহইলে বুঝিতে হইবে মেনে দোষ আছে



চিত্র—৩৪৫

এবং তখন মেনে কোন্ স্থানে কিরূপ দোষ হইয়াছে তাহা নিৰ্ণয় করিতে হইবে। অবশ্য যন্ত্রের ভোলটেজ অনুযায়ী সিরিজসংযুক্ত কতকগুলি ল্যাম্প বা বাতি ব্যবহার করিতে হয়। রাজ্য বা আশ্বেচার করেলের কোন স্থানে তার ছিন্ন থাকিলে ডায়নামো কার্য্য করিবে না।

এরূপ ছেদ সহজেই ধরা পড়ে, আর দৃষ্টির অতীত হইলে ব্যাটারি বা

এবম্পকার কোন স্থান হইতে প্রবাহ লইয়া উহা লক্ষিত হইতে পারে, কারণ এইস্থান বা কয়েল দিয়া প্রবাহ বহিবে না। যথা—

৩৪৫ চিত্রে B চিহ্নিত স্থানে রাজ্য কয়েলের তার কাটিয়া গিয়াছে। এখন যদি ব্যাটারির একটি পোল কোন রাজ্য কয়েলের এক শেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত করিয়া (যথা চিত্রে ৩৪এর সহিত) ব্যাটারির অপর পোল একটি বাতির একটি টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিয়া, বাতির অপর টার্মিনাল হইতে তার লইয়া কয়েলগুলির শেষভাগগুলির সহিত ক্রমান্বয়ে সংযুক্ত করিতে থাক। যায় (যথা চিত্রে ৪, ৫, ৬, ৭, ৮ প্রভৃতির সহিত), তাহা হইলে দেখা যাইবে যে ৭ অবধি আসা পর্য্যন্ত বাতি জ্বলিবে, কিন্তু ৭ হইতে ৮ যাইলে আর বাতি জ্বলে না, অতএব স্থির হয় যে ৭-৮ কয়েলে ছেদ আছে। বাতির পরিবর্তে ভোল্টমিটার ব্যবহার করা যাইতে পারে, B বিন্দু পার হইবার আগে পর্য্যন্ত ইহার সূচ দ্বারা ভোল্টেজ দর্শিত হইবে, কিন্তু B বিন্দু পার হইলে আর কোন ভোল্টেজ দর্শিত হইবে না, সূচটি শূন্য চিহ্নিত স্থানে আসিবে। এই ছেদ নির্ধারণের জন্য ম্যাগনেটো ও পোলারাইজড বেলও ব্যবহার হয়।

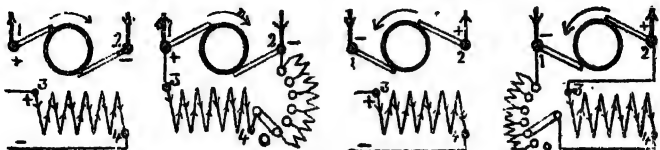
রাজ্য কয়েলগুলি পরস্পরের সহিত ঠিকভাবে সংযুক্ত না হইলে যদি উৎপাদিত মেরুগুলি এরূপ হয় যে একটি মেরুর পরবর্তী মেরু বিপরীত না হইয়া অনুরূপ হয়, তাহা হইলেও ডায়নামো প্রবাহ দিবে না। কিরূপ ভাবের মেরু উৎপাদিত হইতেছে তাহা কয়েলগুলির পাক অনুসরণ করিলে স্থির হইতে পারে, অথবা ব্যাটারি হইতে কয়েলগুলির মধ্য দিয়া প্রবাহ দিয়া উৎপাদিত মেরুগুলির মেরুত্ব সূচ চুম্বকের সাহায্যে নির্দ্ধারিত হইতে পারে।

**ডায়নামো আর্মোচারের ঘূর্ণন গতি পরি-বর্তন পদ্ধতি**—রাজ্য কয়েল ব্রাসের সহিত এরূপ ভাবে সংযুক্ত হওয়া প্রয়োজন যেন আর্মোচারের প্রবাহ রাজ্য কয়েলের মধ্য দিয়া যাইলে অবশিষ্ট চুম্বকত্ব পরিবর্তিত হয়।

এখন ৩৪৬ চিত্র অনুযায়ী একটি পৃথক উত্তেজিত ডায়নামোর রাজ্য কয়েলের ৩ চিহ্নিত শেষভাগ বাহ্যিক উৎপাদকের + এর সহিত ও ৪ চিহ্নিত শেষভাগ—এর সহিত সংযুক্ত অবস্থায় আর্মোচারের ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণন যদি ১ চিহ্নিত ব্রাস+ব্রাস ও ২ ব্রাস নেগেটিভ হয়, তাহা হইলে ইহাকে স্বীয় উত্তেজিত সার্ট যন্ত্রে পরিণত করিতে হইলে, আর্মোচারের



ঐরূপ ঘড়ির কাঁটার মত ঘূর্ণন রাখিলে, রাজ্যকয়েলের সংযোজন ৩৪৭ চিত্র অনুযায়ী ৩ শেষভাগ + ত্রাসের সহিত ও ৪ শেষভাগ - ত্রাসের সহিত



চিত্র—৩৪৬

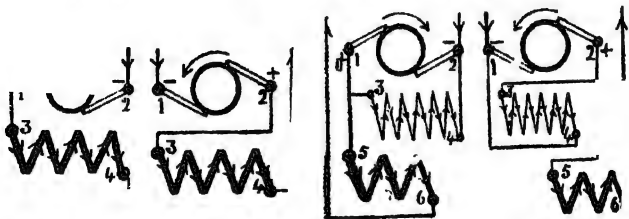
চিত্র—৩৪৭

চিত্র—৩৪৮

চিত্র—৩৪৯

সংযোগ করিতে হইবে এবং প্রয়োজন মত রেগুলেটিং রেজিস্ট্যান্স ব্যবহার করিলে সংযোজন পদ্ধতি ৩৪৭ চিত্রে দর্শিত অনুযায়ী হইবে।

এখন যদি আর্থেচারের ঘূর্ণনগতি উল্টাইয়া দেওয়া যায়, তাহা হইলে ৩৪৮ চিত্রে পৃথক উত্তেজিত যন্ত্রে ১ ত্রাস (যাহা পূর্বে + ছিল) এখন—হইয়া বাইতেছে ও ২ ত্রাস (যাহা পূর্বে—ছিল) এখন+হইতেছে। সুতরাং স্বীয় উত্তেজিত যন্ত্রে পরিণত করিতে হইলে, যদি এস্থলেও পূর্ববৎ ৩ শেষভাগে ১ ত্রাসের সহিত ও ৪ শেষভাগ ২ ত্রাসের সহিত সংযুক্ত করা যায়, তাহা হইলে রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ গতি বিপরীত হইয়া বাওয়া সঙ্গে সঙ্গে অবশিষ্ট চুম্বকত্ব নষ্ট হইয়া যাইবে। অতএব যন্ত্রটিকে পূর্বের ত্রায় স্বীয়



চিত্র—৩৫০

চিত্র—৩৫১

চিত্র—৩৫২

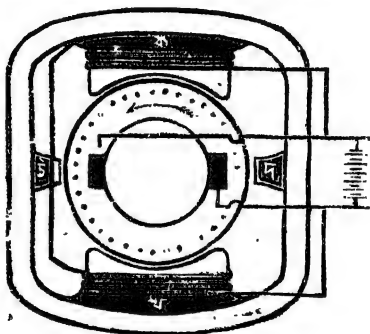
চিত্র—৩৫৩

উত্তেজিত হইতে হইলে রাজ্যকয়েলের সংযোজনও বদলাইতে হইবে, অর্থাৎ ৩ শেষভাগ ২ (উপস্থিত+) ত্রাসের সহিত ও ৪ শেষভাগ ১

(উপস্থিত—) ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে, চিত্র ৩৪৯। সান্ট যন্ত্রের স্ক্রায় সিরিজ যন্ত্রেও আর্থেচারের ঘূর্ণন গতির পরিবর্তনের সহিত রাজ্য কয়েলের সংযোজনও বদলাইতে হইবে, ইহা আর খুলিয়া বুঝাইবার প্রয়োজন নাই, ৩৫০, ৩৫১ চিত্রদ্বয় দেখিলেই সংযোজন পরিবর্তন পদ্ধতি বুঝিতে পারা যাইবে।

কম্পাউণ্ড যন্ত্রে সান্ট ও সিরিজ উভয় কয়েলেরই সংযোজন উলটাইয়া দিতে হইবে। ইহা ৩৫২, ৩৫৩ চিত্রদ্বয় দেখিলে বুঝিতে পারা যাইবে।

রোজেনবার্গ ডায়নামো—৩৫৪ চিত্রে রোজেনবার্গ (Rosenburg) ডায়নামোর গঠন দর্শিত হইয়াছে। ইহা রেল গাড়ীতে আলোক জ্বালাইবার নিমিত্ত ও রেলগাড়ীর ব্যাটারি চার্জ করিবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। ইহা গাড়ীর ‘আকসেল’ (axle) দ্বারা চালিত হয়। ইহার গঠন এরূপ যে বিভিন্ন গতিতেও প্রায় সমভাবে (তেজে)



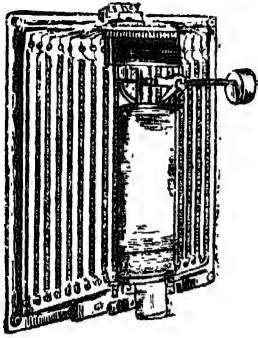
চিত্র—৩৫৪

কারেন্ট উৎপন্ন করে এবং কারেন্ট সমান থাকিলে ভোল্টেজও প্রায় সমান থাকে।

### একভাব ভোল্টেজ ও অটোম্যাটিক সান্ট রেগুলেটর।

পূর্বেই বলা হইয়াছে ডায়নামোর ভোল্টেজ একভাব করণার্থে কম্পাউণ্ড ডায়নামো প্রস্তুত হয়—কিন্তু ইহাতেও চালক ইঞ্জিন বা মোটরকে (প্রাইম মুভারকে) একভাব গতিতে যোরা চাই। আদিম চালকের ঘূর্ণন গতির হ্রাস বৃদ্ধি হেতু ডায়নামোর ঘূর্ণন গতির হ্রাস বৃদ্ধি দ্বারা উৎপন্ন ভোল্টেজের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটে। এরূপ হলে ডায়নামো হইতে একভাব ভোল্টেজ পাইবার উদ্দেশ্যে নানা প্রকারের ‘অটোম্যাটিক সান্ট রেগুলেটর’ প্রস্তুত হইয়াছে। ইহাদিগের কার্য-প্রণালী—অবস্থানুসারে সান্ট কয়েলের সহিত নিজে

নিজেই প্রয়োজন মত অল্প বা অধিক বাধা সিরিজে সংযুক্ত করিয়া যন্ত্রটিকে একস্তাব ভোলটেজ (Constant Voltage) বিশিষ্ট করে। ৩৫৫ চিত্রে এই প্রকার একটি উপলব্ধন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে পারদধারী একটি কাঁচের পাত্র একটি খাড়া লৌহ-দণ্ডের উর্দ্ধ সীমায় আবদ্ধ। লৌহদণ্ডটির নিম্ন প্রান্ত একটি খুব সরু তারের কয়েলের মধ্যে প্রবিষ্ট। এই কয়েলটি ডায়নামোর সহিত সংযুক্ত থাকে, সুতরাং ডায়নামোর পূর্ণ ভোলটেজ পায়। লৌহদণ্ডটির মধ্যস্থল একটি লিভারের এক প্রান্তের সহিত সংযুক্ত, লিভারের



চিত্র-৩৫৫

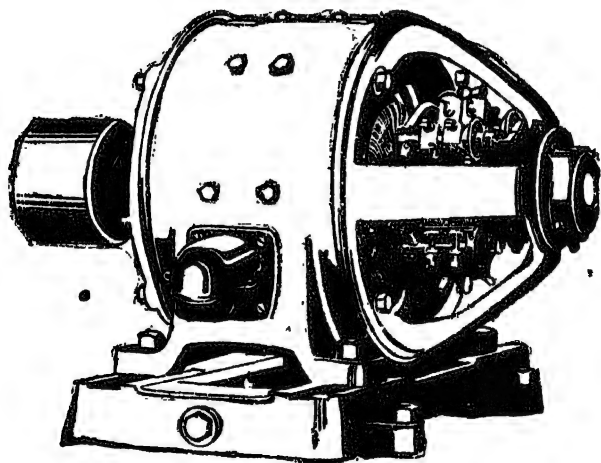
অপর প্রান্তে প্রয়োজন মত কিছু ভার (Counter weight) দ্বারা লৌহদণ্ডটি বলায়মান। বাধাদায়ক কয়েলগুলি লৌহকাঠামে (frame) চীনা মাটি দ্বারা পাশাপাশি ভাবে আবদ্ধ এবং তাহাদের প্রান্তগুলি কাঁচপাত্রস্থ পারদের মধ্যে বিভিন্ন স্তরে (level) নিমগ্ন। যে সকল বাধা কয়েলের প্রান্ত পারদে নিমগ্ন, তাহারা পারদ দ্বারা 'স্ট মার্কিটেড', সুতরাং সেই সকল কয়েলের বাধা সাঁট কয়েলের সহিত সিরিজে প্রযুক্ত হয় না, কেবলমাত্র যেগুলির প্রান্ত পারদে নিমগ্ন নহে তাহারাই সাঁট কয়েলে সিরিজে সংযুক্ত হইয়া উহার বাধাকে বর্জিত করে।

কার্যাবলী :—যদি ডায়নামোর ভোলটেজ বর্দ্ধিত হয় (গতি বৃদ্ধি হেতু), লৌহদণ্ডকে পরিবেষ্টনকারী কয়েলের মধ্যে প্রবাহ অধিক হয়, সুতরাং ইহা লৌহদণ্ডটিকে অধিকতর জোরে আকর্ষণ করিয়া পারদ পাত্রসহ লৌহদণ্ডটিকে কিছু নামাইয়া লয়। তখন পারদ পাত্রে নিমগ্ন কতকগুলি বাধা কয়েলের প্রান্ত পারদ হইতে উখিত হয় ও তাহাদের বাধা সাঁট কয়েলে সিরিজে প্রযুক্ত হইয়া সাঁট কয়েলের প্রবাহকে হ্রাস করতঃ রাজ্যভেজকে প্রয়োজন মত ফাঁপ করিয়া পুনরায় পূর্ণ ভোলটেজ আনয়ন করে। আবার যদি ভোলটেজ হ্রাস পায়, তাহা হইলে লৌহদণ্ডকে পরিবেষ্টনকারী কয়েলের মধ্যে দিয়া প্রবাহ বেগ অল্প হয়। তখন লৌহদণ্ডের উপর আকর্ষণ বল অল্প হয়, সুতরাং লিভারের অপর প্রান্তের ভার দ্বারা পারদ পাত্রসহ লৌহ দণ্ডটি উর্দ্ধদিকে চালিত হয়। তখন পাত্রস্থ পারদে অধিক সংখ্যক বাধা-কয়েলের প্রান্ত নিমগ্ন হইয়া 'স্ট মার্কিটেড' হয় ও অল্প সংখ্যক বাধা-কয়েল সিরিজে সাঁট কয়েলের সহিত সংযুক্ত হয়। অতএব সাঁট কয়েলের মধ্যে প্রবাহ বেগ বর্দ্ধিত হয় ও রাজ্যভেজকে প্রথর করিয়া ভোলটেজকে পরিবর্দ্ধিত করে।

## সপ্তদশ পরিচয় ।

### বৈদ্যুতিক গতিদ বা মোটর (Motor)

পূর্ব পরিচয়ে ডায়নামো বর্ণিত হইয়াছে । ইহাতে কোন অংশের গতিবান্ (ঘূর্ণন) দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয় । এখন ইহার বিপরীত যন্ত্র বর্ণিত হইবে, ইহাতে প্রবাহ দিলে ইহার কোন অংশ গতিবান্ (ঘূর্ণন) হয় । প্রবাহ পাইলে ইহা গতি দান করে বলিয়া ইহাকে গতিদ বা 'মোটর' বলে ।

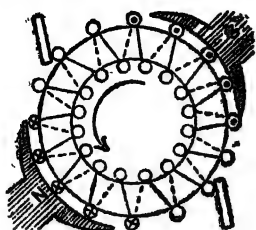


চিত্র—৩৫৬

ডায়নামোতে যান্ত্রিক শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়, আর মোটরে বৈদ্যুতিক শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে পরিণত হয় ।

যদি একটি উত্তেজিত রাজ্য বিশিষ্ট ডায়নামোর আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া যায়, তাহা হইলে আর্মেচার গতিবান্ হইবে এবং যতক্ষণ

প্রবাহ বহিবে উহা ঘুরিতে থাকিবে। কমিউটেটর থাকা হেতু N মেরুর অধীনস্থ আর্মেচারের অর্ধাংশের সমস্ত তারগুলির মধ্য দিয়া একদিকে প্রবাহ



চিত্র—৩৫৭

বহিবে এবং S মেরুর অধীনস্থ আর্মেচারের অপর অর্ধাংশ দিয়া বিপরীত দিকে প্রবাহ বহিবে, সুতরাং আর্মেচার একই দিকে ঘুরিতে থাকিবে। “আর্মেচারের ঘূর্ণনদিক খুব সহজে আর্মেচারের “সস্তরণকারীর” নিয়ম বা ফ্লেমিংএর ‘বামহস্ত’ নিয়ম হইতে পাওয়া যায়, যথা—

৩৫৭ চিত্রে আর্মেচার (মোটরে) ঘড়ির কাঁটার

বিপরীত দিকে (anticlockwise) ঘুরিবে।

মোটর আর্মেচারের প্রণালী ঠিক ডায়নামো আর্মেচারের মত (ডায়নামো চিত্র ২৫০ দ্রষ্টব্য)। উভয় স্থলেই বাম দিকে N মেরু আছে এবং আর্মেচারের বাম অর্ধাংশের প্রবাহ দর্শকের নিকট হইতে সঞ্খদিকে বহমান। ডায়নামোতে ঐ ভাবের প্রবাহ পাইবার নিমিত্ত আর্মেচারকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরাইতে হইয়াছে, কিন্তু ঐরূপ প্রবাহ প্রেরণ বা বহান হেতু মোটরের আর্মেচার তদ্বিপরীত অর্থাৎ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘুরিবে।

**ব্যাক ই, এম, এফ, (Back E. M. F.):**—ডায়নামোতে প্রবাহের দিক নির্ণয়ের সময় দেখা গিয়াছে, আর্মেচারের প্রত্যেক তারে একরূপ দিকে প্রবাহ উৎপন্ন হয় যে, উহা আর্মেচারকে বিপরীত দিকে ঘুরাইবার চেষ্টা করে, অর্থাৎ আর্মেচারে বাহির হইতে প্রদত্ত চালকবলের উপর, সম্ভাবিত প্রবাহ, আত্যন্তরিক বাধা আনয়ন করে। মোটরেও ঠিক ঐ একই ফল দৃষ্ট হয়, তবে কিছু বিশেষ প্রভেদ আছে। আমরা জানি চুম্বকরাজ্যে ঘূর্ণায়মান প্রত্যেক তারে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়। বৈদ্যুতিক মোটরের আর্মেচার খুব বলবান্ রাজ্যে ধোরে। স্বভাবতঃই এই ঘূর্ণন প্রবাহ দ্বারা সম্পাদিত হউক, বা কোন বাহ্যিক

চালক বল দ্বারা সাধিত হটক তাহাতে কিছু আসে যায় না, ঘূর্ণন-কালে প্রত্যেক তারে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়। এই ই, এম, এফ, এর দিক নির্ণয় করিতে হইলে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘূর্ণায়মান আর্মেচার বিশিষ্ট ২৫০ চিত্রের প্রণালীর সহিত এই চিত্রের প্রণালী তুলনা করিলে  $\odot$  ও  $\times$  দ্বারা নির্দেশিত ই, এম, এফ, এর দিক হইতে দেখা যাইবে যে, তথায় নিম্নব্রাস + ও উর্দ্ধ ব্রাস—হইয়াছিল, কিন্তু এখানে, (মোটরে) আর্মেচার বিপরীত দিকে ঘুরিতেছে বলিয়া আর্মেচারের মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহের দিক উল্টাইয়া যাইবে। সুতরাং উর্দ্ধ ব্রাস + ও নিম্ন ব্রাস—হইবে। অতএব দেখা যাইতেছে, আর্মেচারের ঘূর্ণন হেতু সম্ভাবিত ই, এম, এফ, আর্মেচারের মধ্য দিয়া, বাহির হইতে প্রেরিত প্রবাহের বিরুদ্ধে কার্য্য করে, ফলে যদি অল্প কোন ই, এম, এফ, না থাকে, তাহা হইলে এই সম্ভাবিত ই, এম, এফ, হেতু আর্মেচারের মধ্য দিয়া, বাহির হইতে প্রেরিত প্রবাহের বিপরীত দিকে, বহমান প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। চলন্ত বৈদ্যুতিক মোটরের আর্মেচারের মধ্যে উৎপন্ন ই, এম, এফ,কে এইজন্ত বিপরীত বা ‘ব্যাক’ বা ‘কাউন্টার’ ই, এম, এফ, (Back or Counter E. M. F.) বলে। ইহার ফল এই যে, ‘ওমস-ল’ অল্পমাত্রায় আর্মেচারের টার্মিনাল ভোল্টেজ বা শেষভাগদ্বয়ের চাপ পার্থক্যকে আর্মেচারের বৃদ্ধি দিয়া ভাগ করিলে হিসাব মত যে পরিমাণ প্রবাহ হয়, তাহা অপেক্ষা আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রকৃত বহমান প্রবাহকে অনেক কমাইয়া দেয়। যথা,—

যদি ‘৫ ওম বাধা বিশিষ্ট একটি স্থির আর্মেচারকে হঠাৎ ১১০ ভোল্টের সহিত সংযুক্ত করা যায়, তাহা হইলে “ওমস-ল” অল্পমাত্রায় আর্মেচারের মধ্যে  $1.2^{\circ}-22^{\circ}$  আমপেয়ার প্রবাহ হইবে এবং এই অত্যধিক প্রবাহ তৎক্ষণাৎ আর্মেচারকে নষ্ট করিয়া দিবে এবং ব্রাস ও মেন উভয়কেই গলাইয়া দিবে। যদি কেবলমাত্র আর্মেচারকে

একেবারে পূর্ণ ভোলটের সহিত সংযুক্ত না করিয়া উহার সহিত একটি প্রায় ৫ ওম রেগুলেটিং বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া, ঐ বাধা সমেত ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে আর্মেচারের মধ্য দিয়া মোটে ২০ আমপেয়ার প্রবাহ বহিবে। এখন আর্মেচার ঘুরিতে আরম্ভ করিবে ও চুম্বকরাজ্যে ঘূর্ণন হেতু ব্যাক ই, এম, এফ, উৎপন্ন করিবে এবং এই ব্যাক ই, এম, এফ, হেতু শীঘ্রই প্রবাহ কমিয়া যাইবে। এখন সিরিজে সংযুক্ত রেগুলেটিং বাধাকে ক্রমশঃ কমাইয়া সর্ট সার্কিট অর্থাৎ, আর্মেচার হইতে বিচ্ছেদ করিয়া দেওয়া যাইতে পারে; কারণ এই সিরিজ বাধাকে যত কমান হইবে আর্মেচার তত দ্রুত ঘুরিবে, সুতরাং ব্যাক ই, এম, এফ, তত বাড়িয়া যাইতে থাকিবে ও সিরিজ বাধা কমা হেতু আর্মেচারের মধ্যে যে প্রবাহ পরিবর্তনের আশঙ্কা আছে তাহা আর হয় না। এইরূপে রেগুলেটিং বাধাকে ক্রমশঃ ‘সর্ট সার্কিট’ করিয়া দিলে আর্মেচার পূর্ণগতি প্রাপ্ত হইবে। এখন দেখা যাউক এই পূর্ণ গতির পরিমাণ কত হইতে পারে।

মোটর এত দ্রুত চলিতে পারে না যে ইহার মধ্যে সম্ভাবিত ব্যাক ই, এম, এফ, ইহাতে প্রযুক্ত বাহ্যিক ই, এম, এফ, এর সহিত সমান হয়, কারণ তাহা হইলে আর্মেচারের মধ্য দিয়া কোন প্রবাহ বহিবে না, সুতরাং আর্মেচারের ঘূর্ণন ক্ষমতা থাকিবে না। কিন্তু ‘বেয়ারিং’এর মধ্যে ঘর্ষণ, আর্মেচারের জড়তা (Inertia) ও বায়ু প্রদত্ত বাধা প্রভৃতি অতিক্রম করিয়া আর্মেচার সার্কটকে ঘুরাইতে, কিছু না কিছু (যদিও খুব অল্প হইতে পারে) ক্ষমতার প্রয়োজন হয়। অতএব আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ পরিমাণ একেবারে শূন্য হইতে পারে না। যথা, ১০০ আমপেয়ারের জন্ত প্রস্তুত মোটরের জন্ত, কোন ভার না চাপাইলেও, ৩-৫ আমপেয়ার প্রবাহ লাগে। যদি বাহ্যিক বা প্রদত্ত ই, এম, এফ, হয় ১১০ ভোলট, তাহা হইলে বিনা ভারে ব্যাক ই, এম, এফ, ইহার কাছাকাছি যায় বটে, কিন্তু ঠিক এতটা হয় না। যথা, প্রায়

১০৯৮ ভোলট হয় অর্থাৎ ১১০ ভোলট হইতে ১ ভোলটের ২ দশমাংশ কম থাকে।

এখন যদি মোটরে ভার চাপান যায়—যেমন যদি ব্রেক কষা যায় বা বেলটিং দিয়া ইহার দ্বারা কোন সার্কটকে চালান যায়, তাহা হইলে ভারহীন অবস্থায় আর্শেচারের মধ্য দিয়া বহমান সামান্য প্রবাহ এই ভার অতিক্রম করিতে পারে এরূপ ক্ষমতা দিতে অক্ষম হইবে। সুতরাং মোটরের গতি কিছু কমিয়া যাইবে; যথা—ধরা যাউক উহা মিনিটে ১০০০ পাক ঘূর্ণন হইতে মিনিটে ৯৯০ পাক ঘূর্ণনে পরিণত হইল। কিন্তু যেমনি মোটরের গতি কিছু কমিবে, সঙ্গে সঙ্গে উহার ব্যাক ই, এম, এফ, ও ঐ অল্পপাতে কমিবে। সুতরাং আভ্যন্তরিক ব্যাক ই, এম, এফ, হইতে বার্ষিক বা প্রদত্ত ই, এম, এফ, এর পার্থক্য কিছু বাড়িয়া যাইবে, অতএব আর্শেচারের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ এরূপ পরিমাণে বাড়িতে পারে যে ভার অতিক্রম করিতে যেরূপ আবর্তক ক্ষমতার প্রয়োজন হয় উহা সেরূপ দিতে পারক হয়। এস্থলে ব্যাক ই, এম, এফ, কমিয়া প্রায় ১০৯ ভোলট দাঁড়াইবে। যদি দ্বিগুণ ভার প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে মোটরের গতি আরও কমিয়া যাইবে, যে পর্যন্ত না ইহার ব্যাক ই, এম, এফ, প্রায় ১০৮ ভোলট হয়। তখন প্রযুক্ত ই, এম, এফ, এর সহিত ইহার পার্থক্য ২ ভোলট আর্শেচারের মধ্যে প্রায় দ্বিগুণ প্রবাহ উৎপন্ন করে ও তজ্জন্ত আর্শেচার দ্বিগুণ বাধা অতিক্রম করিতে পারক হয়। যদি ভার অপসারিত করা হয়, তাহা হইলে মোটর আবার দ্রুত ঘূর্ণিতে আরম্ভ করিবে যতক্ষণ না ইহার ব্যাক ই, এম, এফ, ১১০ ভোলটের কাছাকাছি বা ১০৯৮ ভোলট হয়। অতএব দেখা যায় যে বৈদ্যুতিক মোটর নিজে নিজেই কার্যানুযায়ী বৈদ্যুতিক ক্ষমতা গ্রহণ করে, অর্থাৎ ইহা স্বীয় শাসনাধীন ( Self Governed )। কিন্তু বাষ্পীয় ইঞ্জিন কিম্বা



টারবাইন বা জলীয় ইঞ্জিনে কার্য্যভূসারে বাষ্প বা জলের পরিমাণকে অল্পাধিক করিবার জন্য ‘গভর্নর’ (Governor) নামক একটি পৃথক অবলম্বনের প্রয়োজন হয়।

দ্রষ্টব্য :—আর্মেচারের বাধা যত অধিক হইবে, কোন নির্দিষ্ট কার্য্য সাধনার্থে আর্মেচারের মধ্যে প্রয়োজন মত প্রবাহ পাইতে হইলে টার্মিনাল ভোল্টেজ ও ব্যাক ই. এম. এফ. এর মধ্যে প্রভেদ ততই অধিক হওয়া আবশ্যক, সুতরাং মোটরের গতি ততই হ্রাস হওয়া উচিত।

**মোটর কতক সাধিত কার্য্যের পরিমাণ ও ইহার পার্শ্বকতা :**—যদি একটি সিরিজ মোটরের টার্মিনাল ভোল্টেজ বা প্রযুক্ত ই, এম, এফ, হয়  $E$  এবং ব্যাক ই, এম, এফ, হয়  $e$ . তাহা হইলে  $E - e$  ভোল্ট এই চাপ পার্থক্য হেতু আর্মেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে, সুতরাং যদি আর্মেচার কয়েলের বাধা হয়  $R$ , তাহা হইলে “ওমস্-ল” অনুযায়ী আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ  $C = \frac{E - e}{R}$ । কোন সময়ের মধ্যে মোটর কতক সাধিত কার্য্য পরিমাণ আর্মেচারের মধ্যে বহমান প্রবাহকে ব্যাক ই, এম, এফ, ও সময়ের পরিমাণ দ্বারা একত্র গুণ করিলে পাওয়া যায়। সুতরাং সাধিত কার্য্য  $= e C t = \frac{e(E - e)}{R} t$  “জুল” (Joule) সিরিজ মোটরের পক্ষে।

সুতরাং যদি মোটরটিকে একরূপ ভাবে আটকাইয়া রাখা যায় যে উহা ঘুরিতে না পারে, তাহা হইলে প্রবাহ খুব অধিক হইবে বটে, কিন্তু  $e = 0$  বলিয়া সাধিত কার্য্য  $= 0$  হইবে। আবার মোটরকে যদি একরূপ বেগে ঘুরিতে দেওয়া যায় যে  $e = E$  হয়, তাহা হইলে প্রবাহ  $C = 0$  হইবে এবং কোন কার্য্য সাধিত হইবে না। বস্তুতঃ মোটরকে, এমন কি কোন ভার প্রযুক্ত না করিলেও, সর্বদা ঘর্ষণাদি বাধা অতিক্রমার্থে, কিছু কার্য্য করিতে হয়ই, সুতরাং  $e$  কদাপি  $E$  এর সহিত

সমান হইতে পারে না। মোটরকে যতই ভারযুক্ত করা হইবে, উষ্ণার মধ্যে ততই অধিক প্রবাহ হইবে এবং যেহেতু প্রযুক্ত ক্ষমতা =  $E C$  ওয়াট ও কার্য্য পরিণত ক্ষমতা =  $e C$  ওয়াট (সিরিজ মোটরে) অতএব বৈদ্যুতিক পারকতা =  $\frac{eC}{EC} = \frac{e}{E}$ । অতএব বৈদ্যুতিক পারকতা = ১০০% বা ১, যখন মোটর ছুটিয়া যায় (run away), অর্থাৎ এত দ্রুত ঘোরে যে  $e = E$  প্রায়, এবং তখন মোটর অতিঅল্প কার্য্য করিতেছে এবং তাহা সর্বাপেক্ষা অধিক পারকতার সহিত করিতেছে।

দেখা যাউক কখন মোটর সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে বা হারে কার্য্য করে। মোটরের সাধিত কার্য্য =  $e \frac{(E-e)}{R} t$ । ইহাতে কেবলমাত্র  $e$  পরিবর্তনশীল। সুতরাং সাধিত কার্য্যের পরিমাণ সর্বাপেক্ষা অধিক হইবে—

যদি  $e (E-e)$  গরিষ্ঠ হয়,

বা  $\frac{1}{2} E^2 - e (E-e)$  লঘিষ্ট হয়,

„  $(\frac{1}{2} E - e)^2$  „ „

কিন্তু বর্গসংখ্যার লঘিষ্ট পরিমাণ = ০,

সুতরাং যদি  $\frac{1}{2} E - e = 0$  হয়,

বা  $e = \frac{1}{2} E$  হয়।

অতএব দেখা যাইতেছে, মোটর যখন সর্বাপেক্ষা অধিক পরিমাণে কার্য্য করিতে থাকে, তখন উহার পারকতা =  $\frac{1}{2}$  বা ৫০%।

সহজে বুঝাইবার জন্য উপরে সিরিজ মোটরের আলোচনা হইয়াছে, কিন্তু ঐ একই প্রকার যুক্তি অন্যান্য প্রকার যন্ত্রের পক্ষেও চলিবে, স্বরণ রাখিতে হইবে যে সান্ট এবং কম্পাউণ্ড মোটরে  $C$  কেবলমাত্র আর্শ্বেচার প্রবাহকে বুঝায়, বাহির হইতে মোট প্রদত্ত প্রবাহ নহে। যদি টার্মিনালের মধ্যে, অর্থাৎ বাহির হইতে প্রদত্ত, ভোল্টেজ হয়  $E$  এবং সান্ট কয়েলের বাধা হয়  $R_s$ , তাহা হইলে সান্ট কয়েলের

মধ্যে বহমান প্রবাহ  $= \frac{E}{R_s}$  এবং যদি বাহির হইতে মোট প্রযুক্ত প্রবাহ হয়  $C$ , তাহা হইলে আর্শেচারের মধ্যে বহমান প্রবাহ  $= C - \frac{E}{R_s}$ । অতএব সাধিত কার্য  $= e (C - \frac{E}{R_s}) t$  জুল।

ডায়নামোর ত্রায় মোটরেও ঘর্ষণ, হিষ্টেরেসিস, এডিকারেন্ট ও তাপোৎপত্তি হেতু শক্তির অনিবার্হানীয় অপব্যয় ঘটে। এই সম্পর্কে ডায়নামোর মত ইহারও এই সূত্রত্রয় সাওয়া যায়—

$$\text{বৈদ্যুতিক পারকতা} = \frac{\text{গতি উৎপাদনার্থে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}}$$

$$\text{সঙদাগরি পারকতা} = \frac{\text{প্রাপ্ত কার্য পরিমাণ (ব্রেক হইতে পরিমিত)}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}}$$

$$\text{বাস্তবিক পারকতা} = \frac{\text{প্রাপ্ত কার্য পরিমাণ (ব্রেক হইতে পরিমিত)}}{\text{গতি উৎপাদনার্থে ব্যয়িত বৈদ্যুতিক ক্ষমতা}}$$

সূত্রত্রয় যদি  $E =$  প্রযুক্ত ভোল্টেজ,

$e =$  ব্যাক ই, এম, এফ,

$C =$  মোটরে প্রযুক্ত প্রবাহ,

$W =$  ঘর্ষনাদি হেতু অপব্যয়িত ক্ষমতা,

$C_a =$  আর্শেচারের মধ্যে বহমান প্রবাহ,

$C_s =$  সান্ট কয়েলের প্রবাহ হয়,

তাহা হইলে নিম্নলিখিত তালিকাটি পাওয়া যায়—

বস্তু	বৈদ্যুতিক পারকতা	সঙদাগরি পারকতা
সিরিজ	$\frac{e}{E}$	$\frac{eC - W}{EC}$
সান্ট	$\frac{eC_a}{E(C_a + C_s)}$	$\frac{eC_a - W}{E(C_a + C_s)}$

**রকমারী মোটরঃ**—ডায়নামোর ত্রায় মোটরও তিন প্রকারে হইতে পারে বটে, ১। সিরিজ ২। সান্ট ও ৩। কম্পাউণ্ড মোটর, কিন্তু কম্পাউণ্ড মোটরের বিশেষ প্রচলন দৃষ্ট হয় না, সেইজন্য প্রয়োজন অনুসারে দুই প্রকারের মোটর হয়—সিরিজ ও সান্ট।

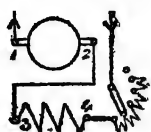
**সিরিজ মোটরঃ**—সিরিজ ডায়নামোর মত ইহাতে মোটা তারের অল্প সংখ্যক পার্শ্ববিশিষ্ট রাজ্যকয়েল আর্ম্‌চারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত থাকে, সুতরাং লাইনের সহিত যোগ করিলে আর্ম্‌চারের মধ্যে যে প্রবাহ বহমান হয় তদ্বারাই রাজ্যকয়েল উত্তেজিত হয়। ৩৫৮ চিত্রে ইহার সংযোগ প্রণালী দর্শিত হইয়াছে। অতএব আর্ম্‌চারের প্রবাহ যত অধিক হইবে, ইহার রাজ্য তত প্রখর হইবে। সুতরাং কোন নির্দিষ্ট ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত থাকিলে, ভার যদি অধিক হয়, তাহা হইলে আর্ম্‌চারে প্রবাহ অধিক হইবে,



চিত্র—৩৫৮

অতএব রাজ্যও তীব্রভাবে উত্তেজিত হইবে এবং এই তীব্র রাজ্যে অল্প গতি দ্বারাই আর্ম্‌চারের মধ্যে প্রযুক্ত ভোল্টেজের অনুযায়ী ব্যাক ই, এম, এক, সৃষ্ট হইবে। কিন্তু যদি মোটরে ভার অল্প হয়, তাহা হইলে আর্ম্‌চারের প্রবাহ অল্প হইবে, অতএব রাজ্যও ক্ষীণ হইবে, সুতরাং এই ক্ষীণ রাজ্যে প্রদত্ত ভোল্টেজের অনুযায়ী ব্যাক ই, এম, এক, উৎপাদনের নিমিত্ত ইহাকে অত্যন্ত দ্রুতগতিতে ঘুরিতে হইবে। এই নিমিত্ত অল্প বা বিনাভারে সিরিজ মোটর চালান হয় না, তাহাতে উহা “ছুটিয়া” (run away) যাইবে। চিত্রে দৃষ্ট হইবে যে মোটরটি সর্বদা কোন এক নির্দিষ্ট ( অপরিবর্তিত ) ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত। কিন্তু যদি উহাকে বিভিন্ন ভারে একভাব গতিতে চালিত করিতে হয় তাহা হইলে কম ভারের সময় আর্ম্‌চারের প্রবাহকে কম রাখিতে হইবে, সুতরাং মোটরটি কম ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত হওয়া উচিত এবং অধিক ভারের সময়

আর্শেচারের প্রবাহ অধিক হওয়া প্রয়োজন বলিয়া তখন মোটরটি অধিক ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত হওয়া উচিত। অতএব দেখা যাইতেছে যে বিভিন্ন ভারে একভাব গতিতে চালিত করিতে হইলে, মোটরে প্রযুক্ত ভোল্টেজকে হ্রাস বৃদ্ধি করিতে হয়। প্রযুক্ত ভোল্টেজের এই হ্রাস বৃদ্ধি সাধনের জন্য আর্শেচারের সহিত, রাজ্যকয়েল ছাড়া, একটি বাধাপ্রদ কয়েল



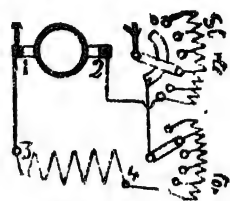
চিত্র—৩৫৯

সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়, চিত্র ৩৫৯। এই বাধাপ্রদ কয়েলটির বাধা পরিবর্তনীয়, সুতরাং ইহা হইতে যদি অধিক পরিমাণ বাধা মোটরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়, তাহা হইলে এই বাধাতে অধিক ভোল্টেজ প্রযুক্ত হইবে। আর মোটরে অধিক

ভোল্টেজ প্রয়োজন হইলে, এই বাধার পরিমাণ কমাইয়া দিলেই হইবে। এবং এই বাধাকে হ্রাস করিতে করিতে একেবারে বাদ দিলে মোটর 'সাপ্রাই লাইনের' ভোল্টেজ প্রাপ্ত হইবে। এই বাধাকে এইজন্ত সিরিজ রেগুলেটর (Series Regulator) বলে এবং ইহার দ্বারাই মোটর লাইনের সহিত সংযুক্ত বা উহা হইতে বিযুক্ত হয় বলিয়া ইহাকে সিরিজ স্টার্টার (Starter) বলা চলে।

**সান্ট মোটর :**—সান্ট ডায়নামোর মত সান্ট মোটরের রাজ্যকয়েল আর্শেচারের সহিত সান্ট বা প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত থাকে। ইহাতে লাইনের প্রবাহ বিভক্ত হইয়া, কিছু রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়া ও বাকী আর্শেচারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। সুতরাং রাজ্যকয়েল সর্বদা একই প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত হয় বলিয়া, রাজ্যতেজ সর্বদা সমান থাকে অর্থাৎ ইহা পৃথক উত্তেজিত যন্ত্রের স্থায় কার্য্য করে। পূর্বেই দেখা গিয়াছে একভাব রাজ্যতেজ বিশিষ্ট অর্থাৎ সান্টমোটরে ভারবৃদ্ধি ঘটিলে আর্শেচারের ঘূর্ণনগতি কিছু হ্রাস হয়। এই হ্রাস অতি অল্প, যন্ত্র অস্থায়ী ১%—৫%। সুতরাং সান্টমোটরের গতি সর্বভাবে প্রায় একভাব থাকে।

এখন দেখা যাউক সাণ্টমোটরকে কিরূপভাবে চালিত করিতে হয়। সাণ্ট ডায়নামোর মত ইহার রাজ্যকয়েলকে প্রথমেই সম্পূর্ণ উত্তেজিত করিতে হইবে, সুতরাং রাজ্যকয়েল লাইনের সহিত প্রথমেই সংযুক্ত হওয়া প্রয়োজন। আবার আর্শ্বেচারের সহিত একটি পরিবর্তনীয় বাধা সিরিজে সংযুক্ত থাকা উচিত, বাহাতে গোড়ার মুখে আর্শ্বেচারের স্থির বা অল্প গতি অবস্থায় উহার মধ্য দিয়া অত্যধিক প্রবাহ না হয়। সুতরাং সাণ্টমোটরকে ৩৬০ চিত্রে দর্শিত রূপে একটি ষ্টার্টারের সহিত সংযুক্ত করা উচিত। ইহাতে ষ্টার্টিং হ্যাণ্ডেলটি উপরে থাকিলে মোটর লাইন হইতে বিযুক্ত ও ঐ হ্যাণ্ডেলকে ক্রমশঃ ঘুরাইয়া



চিত্র- ৩৬০.

নিম্নে আনিবামাত্র রাজ্যকয়েল বৃত্তাকার স্লিপ রিংএর দ্বারা লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় ও আর্শ্বেচার, ষ্টার্টার বাধার মধ্য দিয়া, লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় এবং হ্যাণ্ডেলকে যতই নিম্ন দিকে লওয়া যাইবে, আর্শ্বেচারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত ষ্টার্টারের বাধার পরিমাণ ততই কমিয়া যাইতে থাকিবে এবং নিম্ন প্রান্তে সমস্ত বাধাই আর্শ্বেচার হইতে বিযুক্ত হইয়া যায়, রাজ্য কয়েল কিন্তু রেলুটোরের মধ্য দিয়া লাইনের সহিত সংযুক্ত থাকে।

**সাণ্টমোটরের গতির হ্রাসবৃদ্ধি :**—মোটর এত দ্রুত ঘুরিবার চেষ্টা করে যেন উহার ব্যাক ই, এম, এফ, প্রদত্ত ভোল্টেজের প্রায় সমান হয়। অতএব মোটরের গতি প্রদত্ত ভোল্টেজ ও রাজ্যতেজের উপর নির্ভর করে। প্রদত্ত ভোল্টেজ কম বা রাজ্য প্রখর হইলে মোটর ধীরে চলিবে, আর প্রদত্ত ভোল্টেজ অধিক বা রাজ্য ক্ষীণ হইলে মোটর দ্রুত চলিবে। সুতরাং মোটরের গতি কম করিতে হইলে, যেহেতু রাজ্যকে সীমার অতিরিক্ত উত্তেজিত করিতে পারা যায় না, প্রদত্ত ভোল্টেজকে কমাইতে হয়, তজ্জন্ত আর্শ্বেচারের

সহিত স্থায়ীভাবে একটি বাধা সিরিজে সংযুক্ত করিয়া রাখা হয়, যাহাতে প্রদত্ত ভোল্টেজের কিছু পরিমাণ ঐ বাধায় পতিত হয় ও স্তরাং আর্শেচার বা টার্মিনালদ্বয়ের ভোল্টেজ কম হয়।

যথা— আর্শেচারে ২২০ ভোল্ট প্রযুক্ত হইলে, যদি উহা মিনিটে ৫০০০ বার করিয়া ঘুরিতে থাকে, তাহা হইলে আর্শেচারের সহিত সিরিজে ১ ওম বাধা যুক্ত হইলে ভার অনুযায়ী উহার গতি কমিয়া যাইবে—যেমন, কোন ভারে যদি আর্শেচারের মধ্যে প্রবাহ হয় ১১ আম্প, তাহা হইলে দেখা যায় যে সিরিজ বাধায় পতিত ভোল্টেজের পরিমাণ— $1 \times 11 = 11$  ভোল্ট. স্তরাং আর্শেচারে প্রদত্ত হইতেছে ২২০—১১=২০৯ ভোল্ট, বা প্রদত্ত ভোল্টেজের  $\frac{209}{220}$  অংশ কমিয়া যাইবে, বা উহা মিনিটে প্রায় ৪৭৫০ পাক ঘুরিবে। যদি কোন ভারে আর্শেচারে প্রবাহ হয় ২২ আম্প, তাহা হইলে সিরিজ বাধায় পতিত ভোল্টেজ=  $1 \times 22 = 22$  ভোল্ট, স্তরাং আর্শেচারে প্রযুক্ত ভোল্টেজ= ২২০—২২= ১৯৮ ভোল্ট বা প্রযুক্ত ভোল্টেজের  $\frac{198}{220}$  অংশ কমিয়া যাইতেছে, স্তরাং গতিও  $\frac{198}{220}$  অংশ কমিয়া যাইবে বা উহা মিনিটে প্রায় ৪৫০০ বার ঘুরিবে। ঠিক সেইরূপ যদি কোন অধিক ভারে প্রবাহ হয় ১১০ আম্প এবং আর্শেচার উহা বহনক্ষম হয়, তাহা হইলে সিরিজ বাধায় পতিত ভোল্টেজ= ১১০ ভোল্ট বা প্রদত্ত ভোল্টেজের অর্দ্ধেক, স্তরাং ঘূর্ণনগতি অর্দ্ধেক হইয়া মিনিটে প্রায় ২৫০০ বার হইবে। আর মোটরের গতি পরিবর্তিত করিতে হইলে, যেহেতু লাইনের ভোল্টেজকে পরিবর্তিত করিতে পারা যায় না, রাজ্যের উত্তেজনাকে হ্রাস করিতে হয়, সেইজন্য ডায়নামোর মত, ৩৬০ চিত্রে দর্শিত ভাবে, সান্ট রাজ্যকয়েলের সহিত একটি পরিবর্তনীয় বাধা সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়। এই পরিবর্তনীয় বাধাকে হ্রাস বৃদ্ধি করিয়া রাজ্যকে প্রথর বা ক্ষীণ করা যাইতে পারে।

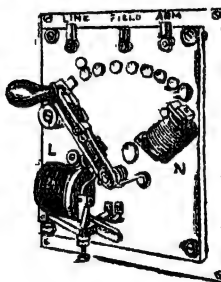
খুব সতর্ক হওয়া প্রয়োজন যেম লাইনের সহিত আর্শেচারকে সংযুক্ত রাখিয়া কদাপি সান্ট বা রাজ্য কয়েলকে বিযুক্ত করা না হয়। কারণ এরূপ স্থলে কেবলমাত্র যৎসামান্য অবশিষ্ট চুম্বকত্ব থাকা হেতু রাজ্য অত্যন্ত ক্ষীণ হয়, স্তরাং দুইটি ব্যাপার ঘটিতে পারে, (১) মোটর ভয়ঙ্কর গতিবান হইতে পারে, তাহাতে বেল্টিংএর পুলি, কমিউটেটর ও আর্শেচারের কয়েল প্রভৃতি টুকরা টুকরা হইয়া যাইতে পারে, বা (২) যদি অত্যধিক ভার থাকা হেতু ছুটিয়া যাইতে সক্ষম না হয়, তাহা হইলে সামান্য পরিমাণে ব্যাক ই, এম, এফ, প্রস্তুত হইবে, স্তরাং আর্শেচারের মধ্যে এত অধিক প্রবাহ হইবে যে তাহা

হইতে উৎপন্ন উত্তাপে উহা নষ্ট হইয়া যাইবে, ব্রাস গলিয়া যাইবে, এবং আরও ক্ষয়ক্ষর, ফিউজ গলিয়া যাইবে। এই প্রকার দুর্ঘটনা যাহাতে না ঘটে সেইজন্য সার্ভ রেগুলেটর এরূপভাবে প্রস্তুত যে সার্ভ পথের বিয়োগ অসম্ভব, অর্থাৎ ষ্টার্টিং হ্যাণ্ডেলের সাহায্যে আর্মেচারের সঙ্গে সঙ্গে সার্ভরাজ্যক্যুয়েল লাইন হইতে বিযুক্ত হয়, নচেৎ নহে।

ষ্টার্টার ( Starter ), রেগুলেটর ( Regulator ), নো ভোল্ট কাট আউট ( No volt cut out ) ও ওভার লোড রিলীজ ( Over load Release ) :—৩৬১ চিত্রে একটি সার্ভ মোটরের ষ্টার্টার দর্শিত হইল।

ষ্টার্টার :—উপরে দৃষ্ট হইল যে চলনকালে মোটরের আর্মেচারকে প্রথমেই লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজের সহিত সংযুক্ত করা চলে না, সেইজন্য আর্মেচারের সহিত একটি বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত রাখিতে হয় এবং মোটর চলিতে থাকিলে ক্রমশঃ ঐ বাধাকে সট-সার্কিট বা আর্মেচার হইতে বিচ্ছেদ করিয়া দিতে হয়। এই কার্য যে উপায় দ্বারা সাধিত হয়, তাহাকে

ষ্টার্টার বলে। ষ্টার্টারে একটি হ্যাণ্ডেল থাকে, ইহা লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় এবং ইহাকে ঘুরাইলে উহা কতকগুলি সারিসারিভাবে সজ্জিত তাত্র খণ্ডকে স্পর্শ করিয়া যাইতে থাকে। যখন উহা প্রথম তাত্র খণ্ডকে স্পর্শ করে তখন ঐ বাধার



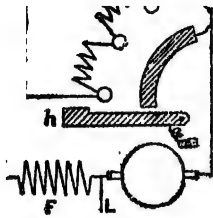
চিত্র—৩৬১

মধ্য দিয়া আর্মেচারে প্রবাহ বহে, অতএব সমস্ত বাধাটি আর্মেচারের সহিত সংযুক্ত হয়। অতঃপর যেমন হ্যাণ্ডেলটিকে ঘুরাইয়া পর পর ধাতু খণ্ড সকলকে স্পর্শ করান হয়, ঐ বাধার ক্রিয়দংশ করিয়া বিচ্ছেদ হইয়া যাইতে থাকে, এবং একেবারে শেষ সীমান উপস্থিত হইলে



সমস্ত বাধাটি বিচ্ছিন্ন হইয়া যায়। অতএব ষ্টার্টারে হ্যাণ্ডেলটিকে এক সীমা হইতে অপর সীমা পর্য্যন্ত চালান হইতে হয়।

**রেগুলেটর :**—কিন্তু রাজ্য কয়েল প্রভৃতির উত্তেজনা হ্রাসবৃদ্ধির জন্য উহাদের সহিত যে সিরিজে সংযুক্ত পরিবর্তনীয় বাধা থাকে তাহার ক্রিয়দংশ ব্যবহার করিতে হয় বলিয়া, উহার যে পরিমাণ বাধা ব্যবহার্য্য সেইস্থানে ঐ রেগুলেটরের হ্যাণ্ডেলকে স্থাপিত করিতে হয়। অতএব রেগুলেটরের হ্যাণ্ডেলকে



চিত্র—৩৬২

ভোল্টেজ প্রযুক্ত হয় না, কারণ তাহাতে এত অধিক প্রবাহ উৎপন্ন হইবে যে, তদ্রূপ গরম হইয়া ইনসুলেশান প্রভৃতি নষ্ট হইয়া যাইবে। সেই নিমিত্ত ষ্টার্টার ব্যবহার হয়। এখন যদি মোটরের চলন কালে হঠাৎ লাইন ভোল্টেজ বিহীন হয় অর্থাৎ লাইনের প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়, তাহা হইলে মোটরও থামিয়া যাইবে এবং বলা বাহুল্য যে ষ্টার্টারের বাধাটি আর্মেচার হইতে বিচ্ছিন্ন আছে। এখন যদি হঠাৎ ভোল্টেজ বিশিষ্ট হয় অর্থাৎ লাইনে প্রবাহ আইসে, তাহা হইলে ষ্টার্টারের বাধাটি বিযুক্ত আছে বলিয়া লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ স্থির আর্মেচারে প্রযুক্ত হইবে, সুতরাং তাপোৎপত্তি হেতু আর্মেচার নষ্ট হইয়া যাইবে। সেই নিমিত্ত এই ষ্টার্টারের মধ্যে একরূপ একটি ব্যবস্থা

ষ্টার্টারের হ্যাণ্ডেলের মত এক সীমা হইতে আরম্ভ করিয়া অপর সীমা পর্য্যন্ত চালান হয় না। প্রয়োজন মত কোন এক নির্দিষ্ট স্থানে রাখিতে হয়।

**নো ভোল্ট রিলীজ :—**

পূর্বেই দৃষ্ট হইয়াছে যে, আর্মেচারে প্রথম মুখেই লাইনের পূর্ণ

থাকে যদ্বারা লাইন ভোলটেজ হীন হইলে, উহার সহিত আর্ম্‌চারের সংযোজন আপনা হইতেই বিচ্ছিন্ন হয়—তাহাকে ‘নো ভোল্ট রিলীজ’ বলে। ৩৬১ চিত্রে রাজ্য প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত দক্ষিণদিকের বৈদ্যুতিক চুম্বকটি নো ভোল্ট রিলীজের কার্য্য করে, ৩৬২ চিত্র দেখিলে ইহার কার্য্য প্রণালী বুঝা যাইবে। ইহাতে A বৈদ্যুতিক চুম্বকটি রাজ্য প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত এবং ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলটি একটি স্প্রিংএর সহিত আবদ্ধ। ঐ স্প্রিংটি উহাকে সর্বদাই টানিয়া বৈদ্যুতিক পথের বাহিরস্থ একটি তাম্র খণ্ডের উপর আনিবার চেষ্টা করে। হ্যাণ্ডেলটিকে তথা হইতে ঘুরাইয়া শেষ সীমাতে অর্থাৎ A এর নিকট লইয়া যাইলে, রাজ্য প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত A বৈদ্যুতিক চুম্বক দ্বারা উহা ঐখানে ধৃত থাকে। পরে যদি লাইন কখনও ভোলটেজ বিহীন হয়, তাহা হইলে A এর চুম্বকত্ব নাশ হয় বলিয়া, উহা হ্যাণ্ডেলকে আর ধরিয়া রাখিতে পারে না, হ্যাণ্ডেলটি স্প্রিংদ্বারা পুনরায় (পূর্বে যে স্থানে ছিল) সেই তাম্র খণ্ডের উপর আনীত হয়, সুতরাং লাইন হইতে আর্ম্‌চার বিচ্ছিন্ন হয়। পরে লাইনে প্রবাহ আসিলে মোটরকে পূর্বের স্থান পুনরায় ঐ ষ্টার্টারের সাহায্যে চালাইয়া লইতে হয়।

**ওভারলোড রিলীজ :—** পূর্বেই দৃষ্ট হইয়াছে যে মোটরে যতই অধিক ভার প্রদত্ত হউক না কেন, উহা কখনও তাহাকে অতিক্রম করিতে সক্ষম হয় না। ভার অধিক হইতে থাকিলে উহার বেগ বা গতি কমিয়া যায় ও সেইজন্য উহার ব্যাক ই, এম, এফ, কম হয় বলিয়া লাইনের কার্য্যকারী ই, এম, এফ, অধিক হয়। তজ্জন্ত আর্ম্‌চারের মধ্যে প্রবাহবেগ অধিক হয়, সুতরাং আর্ম্‌চারের ‘মোচড়’ বা ‘টর্ক’ অধিক হয় ও উহা গুরু ভার অতিক্রম করিতে সক্ষম হয়। অতএব ভার বত অধিক হইতে থাকে, আর্ম্‌চার ও লাইনের মধ্যে প্রবাহ ততই অধিক হইতে থাকে। কিন্তু এই প্রবাহ, আর্ম্‌চার অস্থায়ী, কোন

নির্দিষ্ট পরিমাণের অধিক হইলে, প্রবাহোৎপন্ন তাপ দ্বারা আশ্মেচার প্রভৃতি নষ্ট হইয়া যাইবে। সেইজন্য ষ্টার্টারে এইরূপ একটি ব্যবস্থা থাকা উচিত যদ্বারা প্রবাহ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ অপেক্ষা অধিক হইবার সময় মোটর লাইন হইতে বিযুক্ত হয়—ইহাকে ‘ওভার লোড রিলীজ’ বলে। ৩৬১ চিত্রে বামদিকস্থ নিম্ন বৈদ্যুতিক চুম্বক এই রিলীজের কার্য করে। ৩৬২ চিত্রে ইহার কার্য প্রকৃতি বুঝিতে পারা যাইবে। ইহাতে B বৈদ্যুতিক চুম্বকটি ওভার লোড রিলীজ। এই B চুম্বকটি আশ্মেচার প্রবাহ দ্বারা উত্তেজিত। সুতরাং আশ্মেচারে প্রবাহ বাড়িতে থাকিলে উহার চুম্বকের তেজও অধিক হইতে থাকে এবং প্রবাহ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণের হইলে, ইহার তেজ এত প্রবল হয়, যে স্প্রিংএর টান অতিক্রম করিয়া একটি লৌহদণ্ডকে ( ইহার আশ্মেচার ) আকর্ষণ করিয়া লয়। তখন এই আকর্ষিত লৌহদণ্ডটি একটি তাম্রখণ্ডকে (C) স্পর্শ করিয়া নো ভোল্ট রিলীজ বৈদ্যুতিক চুম্বকটিকে রাজ্যকয়েল হইতে সর্ট সার্কিট বা বিচ্ছেদ করিয়া দেয় ও তখন নো ভোল্ট রিলীজের বৈদ্যুতিক চুম্বকটি আর উত্তেজিত থাকে না বলিয়া, ষ্টার্টারের ছাঙেলটি স্প্রিং দ্বারা পুনরুৎপাদনে, ষ্টার্টিং বাধার বাহিরে আনীত হয় ও মোটর লাইন হইতে বিযুক্ত হয়। নো ভোল্ট রিলীজ, ওভার লোড রিলীজ ও ষ্টার্টিং বাধা একত্রে একটি বোর্ডের উপর থাকে, তাহাকে চলিত ভাষায় ষ্টার্টার বলে। এরূপ একটি ষ্টার্টার ৩৬১ চিত্রে দর্শিত হইল। মোটরের গতি নিয়ন্ত্রিত করিবার জন্য সাণ্টারাজ্যকয়েলের সহিত সিরিজ সংযুক্ত একটি পরিবর্তনীয় বাধা বা রিঅস্ট্যাট (Rheostat) ব্যবহার করিতে হয়।

সিরিজ মোটরের ষ্টার্টারে কেবলমাত্র ষ্টার্টিং বাধা বা রিঅস্ট্যাট থাকে। উহা মোটরের সহিত সিরিজ সংযুক্ত হয় এবং মোটর চলিতে আরম্ভ করিলে উহাকে ক্রমশঃ সর্ট সার্কিট করিয়া দিতে হয়।

## অষ্টাদশ পরিচয়

**সিরিজ ও সান্ট মোটরের তুলনা:**—সিরিজ মোটরে ভারবৃদ্ধির সহিত আর্শেচার প্রবাহ ও তৎসহ রাজ্যতেজ বাড়িতে থাকে বলিয়া ইহাতে “ষ্টার্টিং টর্ক” (Starting Torque) বা চলিবার মুখে আর্শেচারের মোচড়, অর্থাৎ যে জোরে আর্শেচার ঘুরিবার চেষ্টা করে, তাহা খুব অধিক হয়। সেইজন্য ইহা যে কোনরূপ অতিভার অতিক্রম করিতে সক্ষম হয়। এইজন্য ইহা ভারোত্তলনকারী বৈদ্যুতিক ক্রেন, বৈদ্যুতিক ট্রাম, মোটরগাড়ি, রেলগাড়ি ও বৈদ্যুতিক পাখাতে ব্যবহার করা হয়। অবশ্য ভার অধিক হইলে মোটরের গতি অল্প হয় ও ভার অল্প হইলে মোটরের গতি দ্রুত হয়—যথা, ক্রেনে অল্পভার অধিক ভার অপেক্ষা শীঘ্র উঠে, ঢালু জায়গায় উঠিবার সময় ভার অধিক হয় বলিয়া ট্রাম ও গাড়ির গতি হ্রাস পায়।

সিরিজ মোটরকে কিন্তু, যেখানে ভার একেবারে অপসারিত হইতে পারে, এরূপ স্থলে ব্যবহার করা হয় না, কারণ ভারহীন হইলেই উহা ভয়ঙ্কর গতিবান হইবে। এবং এই নিমিত্তই সিরিজ মোটর যন্ত্রাদির সহিত বেল্টিং দ্বারা সংবদ্ধ হয় না। কারণ যদি কোনরূপে ভয়ঙ্কর গতিবান হয় তাহা হইলে বেল্টিং ছিড়িয়া যাইবে। সেই নিমিত্ত পাশ্প প্রভৃতি চালাইবার নিমিত্ত সিরিজ মোটর যন্ত্রাদির সহিত “পিনিয়ান” (Pinion) বা দন্তচক্র দ্বারা সংবদ্ধ হয়, যাহাতে দন্তগুলির মধ্যে ঘর্ষণ হেতু মোটর সর্বদা কিছু না কিছু ভার প্রাপ্ত হয়।

সান্ট মোটরে ভার পরিবর্তনের সময় আর্শেচরে প্রবাহ পরিবর্তিত হইতে থাকে বটে, কিন্তু রাজ্যতেজ পরিবর্তিত হয় না। এই নিমিত্ত ভারহীন হইলেও উহা ভয়ঙ্কর গতিবান হইবার আশঙ্কা থাকে না

বলিয়া, যে সকল স্থানে তার একবারে অপসারিত হইতে পারে, যথা—  
'মেশিন শপ' (Machine shop) প্রভৃতিতে, সাণ্ট মোটর ব্যবহার হয়।

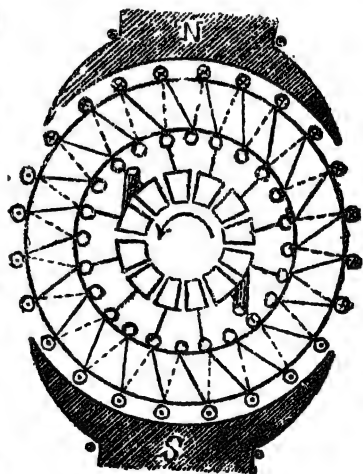
সাণ্ট মোটর অপেক্ষা সিরিজ মোটরের সুবিধা এই যে, সিরিজ মোটরে ষ্টার্টার হইতে মোটরে একটি লাইন বা তার প্রয়োজন হয় এবং মোটর হইতে প্রবাহ ফিরিবার জন্য আর একটি ফিরিবার তার (Return wire), এই সর্বসমেত ষ্টেট দুইটি মেন বা তার প্রয়োজন হয়, কিন্তু সাণ্ট মোটরে ষ্টার্টার হইতে মোটরে দুইটি তার ও প্রবাহ ফিরিবার জন্য মোটর হইতে একটি তার, এই তিনটি মেন বা তার মোটর হইতে প্রয়োজন হয়। এই নিমিত্ত যদি ষ্টার্টার হইতে মোটরের দূরত্ব অধিক হয়, যথা—কোন উচ্চ ঘরের ছাদ হইতে মোটর সমেত পাখা ঝুলে আর উহার 'সংযম যন্ত্র' (controller) দেওয়ালের কোন নিম্ন স্থানে থাকে, তাহা হইলে সিরিজ মোটর ব্যবহারে অনেকটা তার সাশ্রয় হইবে।

**মোটর আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া :**—ডায়নামোর মত মোটরেও আর্মেচারের ঐ প্রকার প্রতিক্রিয়া হয় ও তজ্জন্ম রাজ্যতেজ হ্রাস হয়, সুতরাং মোটরের গতি বৃদ্ধি ঘটে। আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ যত অধিক হয়, প্রতিক্রিয়াও তত অধিক হয়, সুতরাং মোটরের গতিও তত বাড়িয়া যায়। এই জন্য তার বাড়িলে আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ অধিক বলিয়া আর্মেচারের প্রতিক্রিয়া হেতু গতি বাড়িয়া যায়, কিন্তু এই পরিবর্দ্ধিত গতি দৃষ্টি গোচর হয় না, কারণ আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহ যত অধিক হয় উহার মধ্যে পতিত ভোল্টেজের পরিমাণ তত অধিক হয়, সুতরাং এই ভোল্টেজ পতন হেতু উহার গতিও কমিয়া যায়। এই গতি হ্রাস প্রতিক্রিয়া হেতু গতি বৃদ্ধি অপেক্ষা সচরাচর অধিক হয় বলিয়া, সাধারণতঃ গতি হ্রাসই দৃষ্ট হয়। তবে এই বৃত্তিতে পারা যাইতেছে যে, ভোল্টেজ পতন হেতু গতি যতটা হ্রাস হওয়া উচিত ততটা হয় না, প্রতিক্রিয়া হেতু গতি পরিবর্দ্ধিত হয় বলিয়া, হ্রাসের পরিমাণ কিছু কমিয়া যায়। তবে যদি খুব অধিক

প্রতিক্রিয়া বিশিষ্ট আর্শেচার হয়, তাহা হইলে ভার বুদ্ধির সহিত গতি বৃদ্ধি দৃষ্ট হইবে। কিন্তু অধিকাংশ স্থলে ভোল্টেজ পতনের ফল প্রতিক্রিয়ার বিরূপ ফল দ্বারা সংশোধিত করা হয় এবং তজ্জন্য মোটরের গতি প্রায় এক ভাব থাকে। সিরিজ মোটরে প্রতিক্রিয়ার ফল বিশেষ পরিলক্ষিত হইবে না, কারণ ভারবুদ্ধির সহিত রাজ্যতেজ বাড়িতে থাকে।

**অগ্নিস্ফুলিঙ্গ বদনের নিমিত্ত ব্রাসের পশ্চাত্ত্বন:**—যে সকল মোটরে গিভিয় ভারে ব্রাসে অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হয়, তাহাদের অগ্নিস্ফুলিঙ্গ রদ বা হ্রাস করিবার জন্ত ভার পরিবর্তনের সহিত কমিউটেটোরের উপর ব্রাসকে আর্শেচারের গতির বিপরীত দিকে সরাইয়া দিতে হয়, অর্থাৎ ব্রাসকে পিছাইয়া দিতে হয় ( ডায়নামোতে কিন্তু আর্শেচারের গতির দিকে আগাইয়া দিতে হয় )। ব্রাসকে পিছাইবার কারণ

এইয়ে ব্রাণ পার হইবার সময়প্রবাহের দিক উল্টাইয়া যায় বলিয়া ব্রাসকে একপস্থলে বসাইতে হইবে যেন তথায় স্ট সাকিটেড ( ব্রাসদ্বারা ) কয়েলের মধ্যে প্রবাহ উল্টাইয়া যায়। সুতরাং ব্রাসকে একপ<sup>০</sup> স্থলে স্থাপিত করিতে হইবে যেখানে রাজ্যক্ষীণ এবং কয়েলের মধ্যে সম্ভাবিত ই, এম, এফ, পূর্বে যে রূপ ছিল এই ক্ষীণ রাজ্যদ্বারা যেন তাহার বিপরীত ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় এবং যেহেতু মোটরে রাজ্যমেক তদধীনস্থ প্রত্যেক আর্শেচার তারে

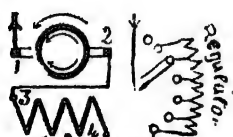


চিত্র—৩৬৩

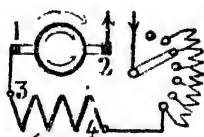
একপ দিকে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত করে যে এই ই, এম, এফ, ( ব্যাক ) হেতু প্রবাহ আর্শেচার প্রবাহের বিপরীতদিকে বহিবার চেষ্টা করে। ব্রাসকে

এরূপ স্থানে স্থাপিত করা উচিত যে, প্রত্যেক কয়েল যেক তাগ করিবার কিছু পূর্বেই ত্রাস দ্বারা সর্ট সার্কিটেড হয়। এই নিমিত্ত ৩৬৩ চিত্রে দর্শিত স্থানে—নিম্নলিখিত স্থান হইতে পশ্চাদ্বিকে—ত্রাসকে সরান উচিত। অতএব দেখা যাইতেছে যে, ডায়নামোতে আর্মেচারের ঘূর্ণনদিকে ত্রাসকে সরাইতে হয়, কিন্তু মোটরে আর্মেচারের ঘূর্ণনের বিপরীত দিকে ত্রাসকে সরাইতে হয়। উভয়দিকে ঘূর্ণনক্ষম (reversible) মোটরের ত্রাস রকারকে সরাইতে পারা যায় না, উহারা এরূপভাবে গঠিত যে অগ্নিশূলিঙ্গ হয় না।

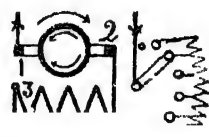
**মোটরে গতির দিক পরিবর্তন:**—মোটরের ঘূর্ণন গতি উল্টাইতে হইলে হয়, (১) আর্মেচারের প্রবাহকে উল্টাইতে হইবে, আর নাহয়, (২) রাজ্যাকয়েলের প্রবাহকে উল্টাইয়া রাজ্যচুম্বকের মেরুত্বকে উল্টাইতে হইবে। যদি আর্মেচারের প্রবাহ ও রাজ্যচুম্বকের মেরুত্ব উভয়কেই একসঙ্গে উল্টাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে বলা বাহুল্য যে ঘূর্ণনগতি উল্টাইবে



চিত্র—৩৬৪



চিত্র—৩৬৫



চিত্র—৩৬৬

ন', পূর্বের দিকে ঘুরিবে। কয়েকটি চিত্র দ্বারা গতির দিক পরিবর্তনের জন্য মোটরের সংযোজন পরিবর্তন প্রণালী ব্যক্ত করা হইল। চিত্রগুলিতে আর্মেচারের মধ্যে দুইটি তীর দ্বারা আর্মেচারের মধ্যে প্রবাহের দিক ও আর্মেচারের বাহিরের তীর দ্বারা উহার ঘূর্ণন গতির দিক দর্শিত হইয়াছে।

৩৬৪ চিত্রে কোনদিক হইতে দেখিলে ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে ঘূর্ণায়মান একটি সিরিজ মোটরের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে রাজ্যকয়েলে ৪ হইতে ৩ টা গিনালে ও আর্মেচারে ২ হইতে ১ ত্রাস প্রবাহ বহিতেছে। ইহার ঘূর্ণনদিক পরিবর্তন করিতে হইলে (১) ৩৬৫

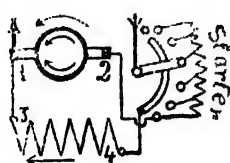
চিত্র অল্পবায়ী কেবলমাত্র আর্মচারে প্রবাহের দিক বিপরীত করিতে হইবে এবং তৎক্ষণাত্ৰ ব্রাসদ্বয়ে যে দুইটি তার গিয়াছে (একটি রাজ্যকয়েল হইতে ও অপরটি রিটার্ন-মেন) তাহাদের সংযোজন উল্টাইয়া দিতে হইবে অর্থাৎ ১ ব্রাসকে রাজ্যকয়েলের ৩ টার্মিনালের সহিত ও ২ ব্রাসকে রিটার্ন মেনের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে। ইহাতে রাজ্য অপরিবর্তিত, কেবলমাত্র আর্মচারে প্রবাহ হইতে ২ ব্রাসে অর্থাৎ উল্টাদিকে রহিল, সুতরাং মোটরের গতি বিপরীত হইবে বা ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরিবে।

৩৬৬ চিত্রে আর্মচারের প্রবাহ ঠিক রাখিয়া কেবলমাত্র রাজ্যকয়েলের প্রবাহ উল্টাইয়া দিয়া গতির দিক পরিবর্তন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে রাজ্যকয়েলের ৩ টার্মিনাল স্টার্টারের সহিত ও ৪ এবং টার্মিনাল ২ ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করা হইয়াছে। ইহাতে মোটরের গতি বিপরীত হইয়া গিয়াছে অর্থাৎ ঘড়ির কাঁটার বিপরীত দিকে হইয়াছে।

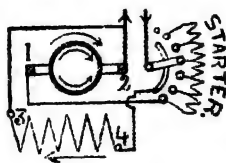
কিন্তু যদি এইরূপ আভ্যন্তরিক সংযোজন পরিবর্তিত না করিয়া কেবলমাত্র বাহ্যিকের মেন বা লাইনের সংযোজন উল্টাইয়া দেওয়া যায়, যথা, ৩৬৭ চিত্র অল্পবায়ী মেনকে মোটর ব্রাসের সহিত ৩-বা রিটার্ন মেনকে স্টার্টারের সহিত



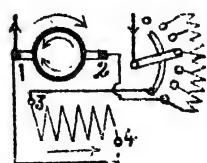
সংযুক্ত করা হয়, তাহা হইলে আর্মচার ও রাজ্যকয়েল চিত্র - ৩৬৭ উভয়েরই প্রবাহ উল্টাইয়া যায় স্বতরাং গতি উলটায় না। সুতরাং এরূপ সংযোজন ভুল। ৩৬৮ চিত্রে ঘড়ির কাঁটার বিপরীতদিকে ঘূর্ণায়মান একটি



চিত্র - ৩৬৮



চিত্র - ৩৬৯



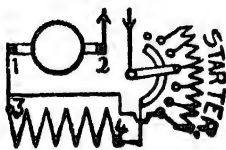
চিত্র - ৩৭০

সান্ট মোটরের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে আর্মচারে ২ হইতে ১

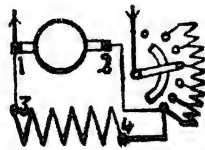


৩।১ ও রাজ্যকয়েলে ৪ হইতে ৩ টার্মিনালে প্রবাহ বহিতেছে। ৩৬২ চিত্রে রাজ্যপ্রবাহকে ঠিক রাখিয়া কেবলমাত্র আর্মেচার প্রবাহের দিক বদলাইয়া অর্থাৎ ১ হইতে ২ ৩।১ প্রবাহ বহাইয়া মোটরের দিক পরিবর্তনের নিমিত্ত সংযোজন পরিবর্তন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ৩৭০ চিত্রে আর্মেচার প্রবাহকে ঠিক রাখিয়া কেবলমাত্র রাজ্যপ্রবাহকে উল্টাইয়া দিয়া অর্থাৎ ৩ হইতে ৪ টার্মিনালে প্রবাহিত করাইয়া মোটরের ঘূর্ণনগতি পরিবর্তনের নিমিত্ত সংযোজন পরিবর্তন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে।

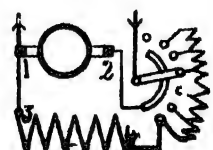
দ্রষ্টব্য :—সংযোজন পরিবর্তনকালে সর্বদা লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন যেন ষ্টার্টিং ছাণ্ডেলটি প্রথম কন্ট্যাক্ট পিসকে স্পর্শ করিবামাত্র রাজ্যকয়েলে পূর্ণ ভোল্টেজ প্রযুক্ত হয় এবং তাহা মোটরকে চালাইবার সময়, সর্বদা, এমন কি ষ্টার্টারকে সর্ট সার্কিট করিয়া দিলেও, যেন বজায় থাকে, অথবা বিপজ্জনক ব্যাপার ঘটিতে পারে। যথা (১) ৩৬২ চিত্রানুযায়ী আর্মেচারের সংযোজন



চিত্র—৩৬১



চিত্র—৩৬২



চিত্র—৩৬৩

পরিবর্তনকালে রাজ্যকয়েলের ৩ টার্মিনালকে মেন পর্যন্ত না আনিয়া যদি ভুলক্রমে ৩৭১ চিত্রের মত ১ ৩।১ের সহিত সংযুক্ত করিয়া মোটরকে চালান হয়, তাহা হইলে রাজ্যকয়েলের ৪ টার্মিনাল স্লিপ রিং দিয়া + মেন ও ৩ টার্মিনাল ২ ৩।১ দিয়া আর্মেচারের মধ্য দিয়া—মেনের সহিত সংযুক্ত বলিয়া রাজ্যকয়েল প্রযুক্ত ভোল্টেজ প্রায় পূর্ণমাত্রায় পায় এবং গোড়ার দিকে অর্থাৎ মোটর চলিবার মুখে উহার দ্বারা কোনরূপ ব্যাক ই, এম, এফ, উৎপন্ন হয় না বলিয়া রাজ্য প্রায় পূর্ণমাত্রায় উত্তেজিত হয়, সুতরাং মোটর চলিতে আরম্ভ করে বটে, কিন্তু মোটর চলিতে

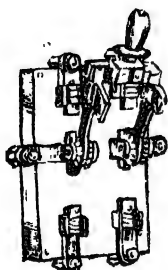
থাকিলে উহাতে ব্যাক ই, এম, এফ, উৎপন্ন হয় ও এই ব্যাক ই, এম, এফ, আরমেচারের মধ্যে ২ ত্রাস হইতে ১ ত্রাসের দিকে হয়, সুতরাং রাজ্যকয়েলে ৩ টার্মিনাল হইতে ৪ টার্মিনালের দিকে অর্থাৎ প্রযুক্ত ভোল্টেজের বিপরীত দিকে বলিয়া, আরমেচারে প্রযুক্ত ভোল্টেজের পরিমাণ হ্রাস পায় ও রাজ্যতেজ কমিয়া যায় এবং ষ্টার্টারকে সর্ট সার্কিট করিলে রাজ্যকয়েলে প্রায় কোনরূপ ই, এম, এফ, থাকে না, সুতরাং হয় মোটর ভয়ঙ্কর গতিবান্ হইবে, না হয় ফিউজ বিগলিত হইবে। অথবা (২) রাজ্যকয়েলের টার্মিনাল স্বয়ংকে আরমেচারের ত্রাসস্বয়ের সহিত, যেমন ৩৭২ চিহ্নে ৩ টার্মিনাল ১ ত্রাসের সহিত ও ৪ টার্মিনাল ২ ত্রাসের সহিত সংযুক্ত ষ্টার্টারের সর্ট সার্কিট করিবার কণ্ট্যাক্ট পিসের সহিত সংযোগ করাও ভুল। কারণ এইরূপ সংযোজনে ষ্টার্টারের রেগুলেটিং বাধা রাজ্যকয়েলের সহিত সিরিজে সংযুক্ত বলিয়া রাজ্য লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায় না, অতএব রাজ্যতেজ ক্ষীণ হয়—ইহাতে ভারযুক্ত না হইলে অধিক প্রবাহের সাহায্যে কোনপ্রকারে আরমেচার ঘুরিতে পারে বটে, কিন্তু ভারযুক্ত হইলে উহা ঘুরিতে পারে না। তবে যদি মোটরকে একবার কোন রকমে গতিবান্ করা যায়, তাহা হইলে উহা বেশ চলিতে থাকিবে—কারণ তখন উহার মধ্যে ব্যাক ই এম, এফ, অর্থাৎ আরমেচারের মধ্যে ১ ত্রাস হইতে ২ ত্রাসের দিকে ই, এম, এফ, উৎপন্ন হইতে থাকে এবং ইহা রাজ্যকয়েলে প্রযুক্ত ভোল্টেজের দিকে অর্থাৎ ৪ হইতে ৩ টার্মিনালের দিকে প্রযুক্ত হইয়া রাজ্যতেজকে প্রথরতর করিতে থাকে এবং অবশেষে ষ্টার্টারকে সর্ট সার্কিট করিলে রাজ্যকয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়।

অতএব দেখা যাইতেছে যে এই শেষোক্ত ভুল সংযোজন হেতু মোটর একেবারেই চলিবে না, তবে যদি উহাকে একবার চালাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে উহা বেশ চলিতে থাকিবে। কিন্তু প্রথমোক্ত ভুল

সংযোজনে মোটর যথারীতি চলিতে পারে বটে কিন্তু উহা কার্য্যকরী হয় না।  
আবার ৩০৩ চিত্রে দর্শিতরূপ সংযোজনও ভুল। এই সকল কারণে মোটরের  
গতি পরিবর্তনের নিমিত্ত সংযোজন পরিবর্তনকালে নিম্নলিখিত নিয়মটির  
দিকে লক্ষ্য রাখা একান্ত কর্তব্য।

“একটি মেন পোল আরমেচার ও রাজ্য-কয়েলের সহিত সংযুক্ত  
টারমিনালের সহিত যোগ হইবে এবং দ্বিতীয় মেন পোল ষ্টার্টারের সহিত  
যোগ হইবে এবং ষ্টার্টারে ইহা একরূপ ভাবে দুইপথে যেন বিভক্ত যে  
চালাইবার গেণ্ডার মুখেই যেন রাজ্য-কয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায়,  
আর রেগুলেটিং বাধাটি আরমেচারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত থাকে। পরে  
চলনকালে ষ্টার্টিং হ্যাণ্ডেলকে ঘুরাইয়া ক্রমশঃ এই রেগুলেটিং বাধাকে  
স্টার্ট সার্কিট অর্থাৎ আরমেচার হইতে বাদ দেওয়া হয়।”

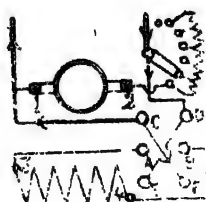
অনেক স্থলে বিশেষতঃ বহুমেরু বিশিষ্ট মোটরে কেবলমাত্র ত্রাস-  
গুলিকে একটি মেরুর বিস্তৃতির সমান অপসারণ দ্বারা আরমেচারে  
প্রবাহের দিক উল্টাইয়া মোটরের গতি বিপরীত করা হয়।



চিত্র—৩০৪



চিত্র—৩০৫



চিত্র—৩০৬

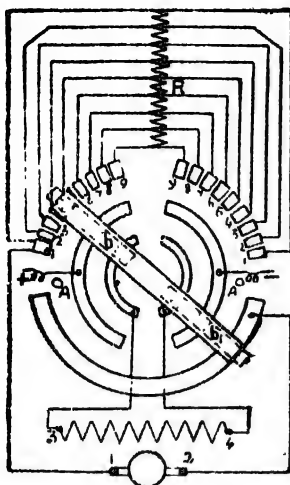
**কিভাঃ ২ এপারেটাস (Reversing apparatus)**

বা উল্টাইবার যন্ত্র:—অনেক স্থলে, যেমন বৈদ্যুতিক ‘লিফ্ট’ (Lift)  
জেন, ট্রাম প্রভৃতিতে, মোটরকে একবার একদিকে তৎপরে অত্রদিকে

চালাইতে হয়, সেই নিমিত্ত, গতির দিক সহজে পরিবর্তনের নিমিত্ত, উল্টাইবার উপায় বা 'রিভার্সিং এপারেটাস' প্রয়োজন হয়। এইরূপ একটি 'ডবল পোল থ্রো বা চেঞ্জ-ওভার সুইচ' (Double Pole throw or change over switch) ৩৭৪ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহার হ্যাণ্ডেলটি নিয়ে থাকিলে যেক্রপ সংযোজন হয় উচাকে উপরে উঠাইয়া দিলে তাহার বিপরীত সংযোজন হয়। তাহা ৩৭৫ চিত্রে উহার আভ্যন্তরিক গঠন দেখিলে বুঝা যাইবে। এই চিত্রে হ্যাণ্ডেলের পাদদ্বয় A ও B হইতে কোন যন্ত্র বা কয়েলের বৈদ্যুতিক পথদ্বয় আরম্ভ হয়, এবং যদিও হ্যাণ্ডেলের সহিত সংযুক্ত বটে, কিন্তু পরস্পর হইতে অপরিচালক দ্বারা রোধিত। হ্যাণ্ডেলটি নিয়ে থাকিলে A এর সহিত E ও B এর সহিত F সংযুক্ত হয় এবং C এর সহিত F ও D এর সহিত E সংযুক্ত বলিয়া, A এর সহিত D ও B এর সহিত C সংযুক্ত হইতেছে। কিন্তু হ্যাণ্ডেলটি উপরে থাকিলে C এর সহিত A ও D এর সহিত B সংযুক্ত হয়। ৩৭৬ চিত্রে মোটরের সহিত এই সুইচের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে যে D + মেন ও C - মেনের সহিত সংযুক্ত, সুতরাং হ্যাণ্ডেলটি নিয়ে থাকিলে, রাজ্যকয়েলে ৩ হইতে ৪ টারমিনালে প্রবাহ বহে ও হ্যাণ্ডেলটি উপরে থাকিলে রাজ্যকয়েলে ৪ হইতে ৩ টারমিনালে প্রবাহ বহে, সুতরাং রাজ্যকয়েলের প্রবাহ উল্ট ইয়া যায়। অথচ আরম্ভচারের প্রবাহ ঠিক থাকে, অতএব মোটরের গতি বিপরীত হয়।

বলা বাস্তব্য যে এই সুইচ রাজ্য কয়েলের সহিত ব্যবহার না করিয়া আর্মেচারের সহিত ব্যবহার করিলে কেবলমাত্র আর্মেচার প্রবাহ উল্টাইয়া যাইবে ও মোটরের গতির দিক বিপরীত হইবে। কিন্তু এক্রপ সুইচ দ্বারা এই প্রণালীতে মোটরের দিক বিপরীত করিতে যাইলে সাংঘাতিক কুফল ঘটিবে। কারণ মোটরের চলন্ত অবস্থায় ষ্টার্টারের বাধা মোটর হইতে বিচ্ছিন্ন থাকে, সুতরাং তখন এই সুইচ দ্বারা দিক পরিবর্তন

করিতে যাইলে আর্নেচার একেবারে লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়



চিত্র—৩৭৭

উপাধো ১ চিহ্নিত খণ্ডের দ্বারা বাধাটি সর্ট সার্কিট হয়। এই সুইচে আরও দুই হইবে যে কতকগুলি অর্ধবৃত্তাকার স্লিপ-রিং আছে ও ফ্রাণ্ডেলটি একদিকে b অপরদিকে b<sub>1</sub> ত্রাসদ্বয় দ্বারা তাহাদিগকে স্পর্শ করে ও এই ত্রাসদ্বয় পরস্পর হইতে রোধিত। ইহাদেয় মধ্যে সর্বাপেক্ষা অন্তর্বর্তী স্লিপ-রিং দ্বয় রাজ্যকয়েলের ৩ ও ৪ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত ও তৎপরবর্তী স্লিপরিংদ্বয় + ও - লাইনের সহিত সংযুক্ত। আর্নেচারের ২ ত্রাস বহির্ভাগস্থ বৃহৎ স্লিপরিং ও ১ ত্রাস ১ চিহ্নিত সর্ট সার্কিটকারী ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত। ফ্রাণ্ডেলটি মাঝামাঝি স্থানে ঝাড়াভাবে অর্থাৎ অধোদিক দিক লইয়া থাকিলে, ইহার ত্রাসদ্বয় মেনের সহিত সংলগ্ন স্লিপরিংদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত থাকে না, কারণ এই রিংগুলি এতদূর অবধি আসে নাই। এখন যদি চিত্রে দর্শিতভাবে ফ্রাণ্ডেলকে ঘড়ির কাটার বিপরীত দিকে ঘুরান হয়, তাহা হইলে উহার উর্দ্ধ ত্রাস b অন্তর্বর্তী ক্ষুদ্র স্লিপরিং ও ৯ ধাতুখণ্ডকে + মেনের সহিত সংযুক্ত করে। সুতরাং প্রবাহ দুইভাগে বিভক্ত হইয়া একভাগ একেবারে রাজ্যকয়েলের মধ্যে ৩ হইতে ৪ টার্মিনালে বহে ও অপরভাগ ৯ ধাতুখণ্ড হইতে সমস্ত ষ্টাটিং বাধা R এর মধ্য দিয়া ১ ধাতুখণ্ডে আসিয়া তথা হইতে আর্নেচারের মধ্যে ১ হইতে ২ ত্রাসে বহে এবং ৪ টার্মিনাল ক্ষুদ্র স্লিপরিং হইতে b<sub>1</sub> ত্রাসের সাহায্যে A স্লিপরিং এর মধ্য দিয়া মেনের সহিত সংলগ্ন নিজ স্লিপরিং এর সহিত, সংযুক্ত বলিয়া বৈদ্যুতিক পথ এইভাবে সম্পূর্ণ হয়। সুতরাং মোটর চলিতে আরম্ভ করিবে এবং ধরা বাউক যেন ইহা ঘড়ির কাটার বিপরীত দিকে ঘুরিবে।

বলিয়া উহা নিষ্ট হইয়া যাইবে। এই নিমিত্ত, অর্থাৎ এই কুফল নষ্ট করিবার জন্য, এই সুইচ ষ্টাটারের সহিত একরূপ ভাবে আবদ্ধ থাকে যে সুইচ উঠান মাত্র আর্নেচার লাইন হইতে বিযুক্ত হয়। এইরূপ সুইচকে রিভার্সিং-ও-ষ্টাটিং সুইচ বলে। এই সুইচ ৩৮০ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, ইহার কার্য প্রণালী চিত্র হইতে বুঝা যাইবে।

এই সুইচের ডানভাগটি অবিকল বামভাগের মত। ইহার বাধাশ্রম করিলে R ৩৭৭ চিত্রে দর্শিত ভাবে ডান ও বামদিকস্থ ১, ২, ৩, ৪, ...

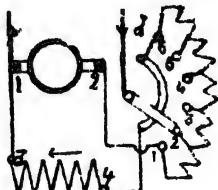
তাত্র বা কাংসখণ্ডগুলির সহিত সংযুক্ত।

এখন হাওেলটিকে ক্রমশঃ প্রত্যর্থে ঘুরাইতে থাকিলে ষ্টাটিং বাধা R ক্রমশঃ আংশিক ভাবে বিচ্ছিন্ন হইতে হইতে, ১ ধাতুখণ্ডে হাওেলটি আসিলে সর্ট সার্কিট হইয়া যায় ও তখন আর্মোচারটি লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয় ও মোটর পূর্ণগতিতে চলিতে থাকে। কিন্তু যদি মাঝামাঝি স্থান হইতে হাওেলটিকে ঘড়ির কাঁটার দিকে ঘুরান হইত, তাহা হইলে + মেনের সহিত সংলগ্ন স্লিপ-রিং হইতে প্রবাহ  $b_1$  ব্রাসে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া একভাগ ক্ষুদ্র স্লিপরিং এ ও তথা হইতে রাজ্যকয়েলের মধ্যে ৩ হইতে ৪ টামিনালে অর্থাৎ পূর্বের স্থান একই দিকে বহিবে, প্রবাহের অপর ভাগটি  $b_2$  ব্রাস হইতে A স্লিপরিং এ ও তথা হইতে আর্মোচারের মধ্যে ২ হইতে ১ ব্রাসের দিকে বহিয়া বামদিকে ১ ধাতুখণ্ড দিয়া R ষ্টাটিং বাধার মধ্য হইয়া ডানদিকের ২ ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত  $b_3$  ব্রাসের সাহায্যে - মেনে বহিবে ও এইভাবে বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হইবে ও মোটর চলিতে আরম্ভ করিবে। সুতরাং দেখা যাইতেছে যে আর্মোচারের মধ্যে প্রবাহ দিক উল্টাইয়া যাইতেছে অর্থাৎ ২ ব্রাস হইতে এখন ১ ব্রাসে হইতেছে (পূর্বে ১ ব্রাস হইতে ২ ব্রাসে হইয়াছে), কিন্তু রাজ্যকয়েলে প্রবাহ পূর্বের স্থান দিকেই আছে। সুতরাং মোটরের গতি বিপরীত হইবে। এবং হাওেলটিকে এই দিকে ঘুরাইতে থাকিলে ষ্টাটিং বাধা ক্রমশঃ আংশিকভাবে বিচ্ছিন্ন হইতে থাকিবে ও ডানদিকের ১ ধাতুখণ্ডে উহা সর্ট সার্কিট হইয়া যাইবে, তখন আর্মোচার লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজে পূর্ণ গতিতে চলিতে থাকিবে। বাহ্যতে হাওেল ১ পার হইয়া বরাবর ঘুরিয়া না যায় তজ্জন্ত A চিহ্নিত স্থানদ্বয়ে আটকাইবার জন্ত দুইটি ধাতুকৌলক আছে।

### ষ্টাটার ও সান্ট রেগুলেটরের অগ্নি ক্ষুদ্রলিঙ্গ

ব্রহ্ম :- উপরে যে সমস্ত ষ্টাটার ও রেগুলেটার প্রভৃতি বর্ণিত হইল তাহাদের দ্বারা মোটরকে ঠিক ভাবে চালান বা “ষ্টাট” করিতে পারা যায় বটে, কিন্তু থামাইবার সময় সান্ট কয়েলে স্বীয় সম্ভাবন হেতু, ঐ ষ্টাটার প্রভৃতিতে অভ্যন্ত অগ্নিক্ষুদ্রলিঙ্গ ঘটে।

এই অগ্নিক্ষুদ্রলিঙ্গ রদ করিবার নিমিত্ত উহাদিগের মধ্যে একরূপ ব্যবস্থা থাকা প্রয়োজন যেন, “সান্ট কয়েলে স্বীয় সম্ভাবনের সময় অর্থাৎ উহা লাইন হইতে বিচ্ছিন্ন হইবার সময় সান্ট পথ অসম্পূর্ণ না হইয়া সম্পূর্ণ থাকে।” ইহা

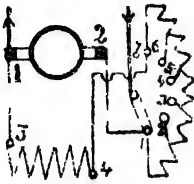


চিত্র—৩৭৮

ষ্টাটারে যে ভাবে সম্পন্ন হয়, তাহা ৩৭৮ চিত্র হইতে বুঝিতে পারা যাইবে।

৩৭৮ চিত্রে ষ্টাটিং বাধার শেষভাগ সান্ট রাজ্য কয়েলের স্লিপরিংএর সহিত সংলগ্ন এরূপ একটি ষ্টাটার ও তাহার মোটরাদির সহিত সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহা

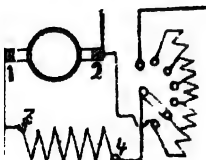
হইতে স্পষ্ট হইবে যে চালাইবার সময় রাজ্যকয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায় ও আর্শেটার ষ্টাটিং বাধার সহিত সিরিজে সংযুক্ত থাকে। কিন্তু মোটরকে থামাইবার জন্য লাইন হইতে বিযুক্ত করিবার সময় ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলটি ৬ চিহ্নিত স্থানে যাইলেও সার্কিটের ষ্টাটিং বাধা ও আর্শেটারের মধ্য দিয়া সংযুক্ত থাকে এবং যেহেতু আর্শেটার চলন্ত অবস্থায় আছে, উহার ব্যাক ই, এম, এক, ২ ব্রাস হইতে ষ্টাটিং বাধার মধ্য দিয়া সার্কিট করলে ৬ হইতে ৩ টার্মিনালে (অর্থাৎ রাজ্যকয়েলে পূর্বে যে দিকে প্রবাহ বহিতছিল) প্রবাহ বহায়। সুতরাং, যেহেতু বাজ্যকয়েলের অবস্থা বিশেষ পরিবর্তিত হইল না, উহাতে স্বয়ং সম্ভাবন প্রায় হইবে না বলিলেই হয়। অতএব অগ্নিশুল্ক হইবে না।



চিত্র—৩৭২

দূরহিতে থাকিলে রাজ্যকয়েলের প্রবাহকে ষ্টাটিং বাধার মধ্য দিয়া আসিতে হয়, সুতরাং রাজ্যকয়েল লাইনের পূর্ণ ভোল্টেজ পায় না, থানিকটা ঐ ষ্টাটিং বাধার পাতত হয়। কিন্তু, যেহেতু তুলনায় রাজ্যকয়েলের বাধা ষ্টাটারের বাধা অপেক্ষা অনেক অধিক, ষ্টাটারে পাতত ভোল্টেজের পরিমাণ খুব কম। সুতরাং রাজ্যকয়েলের প্রবাহ খুঁই অল্প কমিবে (যথা—ষ্টাটারের মধ্য দিয়া না যাইলে যদি ৩ অ্যাম্প হইত, তাহা হইলে উহার মধ্য দিয়া যাইবার দরুণ হয়ত ২.৭৫ অ্যাম্প হইবে)। রাজ্যতেজ এইরূপে একটু হ্রাস বলিয়া মোটরও একটু দ্রুত চলিবে। বাকী সমস্ত বিষয়ে ইহা ঠিক পূর্ব ষ্টাটারের জায়, অতএব বলা বাহুল্য যে পূর্ব কারণ বশতঃ ইহাতে অগ্নিশুল্ক হয় না।

দ্রষ্টব্য :—এই ষ্টাটারঘরে অগ্নিশুল্ক রূপে পরিণত হইলে ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলকে খুব দ্রুত সরাইয়া আনিতে হয়, যাহাতে লাইন হইতে বিচ্ছেদ কালে মোটরটি প্রায় পূর্ণগতিতে চলন্ত অবস্থায় থাকে। নতুবা ঐ হ্যাণ্ডেলকে আস্তে আস্তে সরাইতে



চিত্র—৩৮.

দর্শিতভাবে সংযুক্ত হয়। ইহাতে দৃষ্ট হইবে রেগুলেটরের যে ঋতুখণ্ডে হ্যাণ্ডেল

৩৭২ চিত্রে পূর্ব প্রকারের একটি ষ্টাটার ও তাহার সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। দৃষ্ট হইবে যে ইহাতে সার্কিটের স্লিপরিং ব্যবহার হয় না। রাজ্য কয়েলের যে টার্মিনালটি স্লিপরিং এর সহিত সংযুক্ত হইত, তাহা ষ্টাটিং বাধার শেষভাগের সহিত চিত্রে দর্শিত ভাবে সংযুক্ত। ইহাতে দৃষ্ট হইবে যে ষ্টাটিং বাধাকে সার্কিট করিবার নিমিত্ত ষ্টাটিং হ্যাণ্ডেলকে

থাকিলে মোটরের গতিও সঙ্গে সঙ্গে কমিয়া যায়, সুতরাং হ্যাণ্ডেলটি ষ্টাটিং বাধাকে ছাড়িয়া যাইবার সময় মোটরের প্রায় কোনরূপ ব্যাক ই, এম, এক, থাকে না, অতএব অগ্নিশুল্ক ঘটয়া যাইবে।

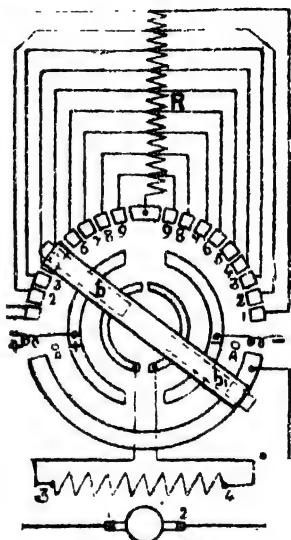
আবার কোন কোন স্থলে সার্কিট রাজ্যকয়েলকে উহার নিজের মধ্য দিয়াই পূর্ণভাবে সংযুক্ত রাখা হয়, তাহাতে স্বয়ং সম্ভাবনের প্রবাহ এই পথ দিয়াই বহে।

যথা—ভায়নামোর বেগার সার্কিট রেগুলেটরও ৩৮০ চিত্রে

যাইলে মেন বিযুক্ত হয়, তাহা সার্ককয়েলের ৩ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত। ইহা ব্যতীত বাকী সব পূর্বের মত। ইহাতে দৃষ্ট হইবে সার্ককয়েলকে আর্মচার হইতে বিযুক্ত করিবার সময় হ্যাণ্ডেলটি বিযুক্তকারী শেষ ধাতুখণ্ডে যাইবামাত্র রাজ্যকয়েলটি নিজের মধ্য দিয়া পূর্ণ পথ পায়।

দ্রষ্টব্য :—সার্ককয়েলটাবের হ্যাণ্ডেলকে ষ্টার্টারের হ্যাণ্ডেলের মত দ্রুত ঘুরাইলে চলিবে না, পরন্তু ইহার বাধাকে শেষ ধাতুখণ্ডে ( অর্থাৎ বিচ্ছেদেব ঠিক পূর্বে ) কিছুকণ রাখিতে হয়, যাচাতে যন্ত্রে ভোল্টেজ ইতিমধ্যে কমিয়া যায়।

৩৭৭ চিত্রে যে ষ্টার্টার দর্শিত হইয়াছে তাহাতে ৩৮১ চিত্রে দর্শিতভাবে ব্যবস্থা দ্বারা ঐ অগ্নিস্কুলিজ রন করা হয়। ইহাতে আরও দৃষ্ট হইবে উপরদিকে মাঝখানে একটি চওড়া ধাতুখণ্ডের সহিত ১৫ টার্মিন বাধা সংযুক্ত আছে এবং অন্তর্ভাগস্থ ছোট স্পিয়ারিং ধ্বের মধ্যে ফাঁক একরূপ অল্প যে হ্যাণ্ডেলটি লাইনকে বিযুক্ত করিবার জন্য মাঝখানে আনিলে ক্ষুদ্র স্পিয়ারিং হ্যাণ্ডেলস্থ একটি ব্রাশ দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং আর্মচারও ষ্টার্টিং বাধার মধ্য দিয়া পূর্ণভাবে সংযুক্ত থাকে। এই স্কিচ ব্যবহারের সময় সাবধান থাকিতে হয় যেন হ্যাণ্ডেলটিকে দ্রুত চালাইয়া মাঝমাঝি স্থানে লইয়া যাওয়া না হয়। কারণ তাহাতে স্বীয় সম্ভাবন সৃষ্ট প্রবাহ নষ্ট হইবার ( মরিয়া যাইবার ) সময় পায় না, সুতরাং অগ্নিস্কুলিজ ঘটিবে।



### রকমারী মোটর :-

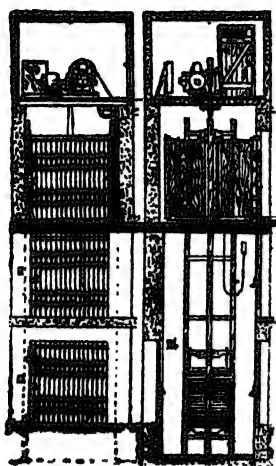
চিত্র—৩৮১

মোটর দ্বারা নানাপ্রকার কার্য সাধিত

হয়, তন্মধ্যে লিফ্ট (lift) চালান, মেশিন বা যন্ত্রাদি চালান, পাখা চালান, ক্রেন চালান, ট্রাম, রেলগাড়ি বা মোটরগাড়ি প্রভৃতি চালান উল্লেখযোগ্য। যে সকলস্থলে মোটরে ড্যাম্প বা ধূলা লাগিবার সম্ভাবনা সেখানে মোটরের ইয়োককে একরূপভাবে প্রস্তুত করা হয় যে উহার মধ্যে ড্যাম্প বা ধূলা প্রবেশ করিতে পারে না—এরূপ মোটরকে ঢাকা বা 'এনক্লোজড টাইপ' (Enclosed type) বলে।



৩৮৪ চিত্রে একটি সাকসন পাখা চালাইবার মোটর দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র—৩৮২

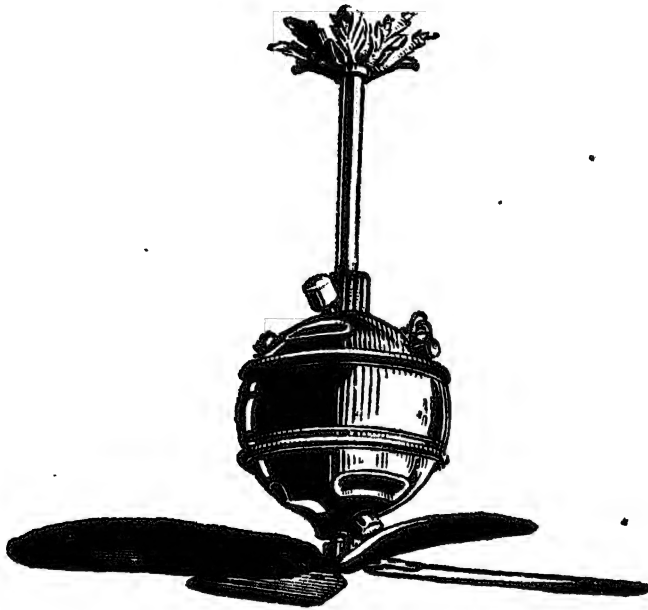
ইহার সচরচর ঘিমের বিশিষ্ট হয়। ট্রাম বা রেলগাড়ির বেলায় অধিকাংশ স্থলে লাইনের উপরে শূন্য দিয়া প্রবাহবাহী তার (+ মেন) থাকে, ও প্রবাহ ফিরিবার রিটার্ন মেন লাইনের রেলের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং অনেকগুলি রেল পদস্পর সংযোগ করিয়া লাইন প্রস্তুত হয় বলিয়া, পর পর দুইটি রেলের মধ্যে ভালরূপ বৈদ্যুতিক সংযোগের নিমিত্ত উহার পরস্পরের সহিত মোটা তাম্রতার দ্বারা ভালরূপে সংযুক্ত থাকে।

উহার আমেরচারের একটি ব্রাস তার

দ্বারা গাড়ির চাকার সহিত সংযুক্ত ও অপর ব্রাসটি হইতে তার গাড়ির ছাদের উপরে কোন কাষ্ঠ বা ধাতব দণ্ডের (ধনুকের মত দণ্ডের) মধ্য দিয়া গিয়া পিত্তল বা তাম্রের চাকার (trolley) সাহায্যে শূন্যের প্রবাহ বাহী তারের সহিত সংযুক্ত হয়। এই মোটরগুলি সচরচর ২ মেরু বিশিষ্ট হয় ও উভয়দিকেই ঘুরিতে পারে বাহাতে গাড়ি অগ্রসর হইতে বা পিছাইতে পারে। ৩৮২ চিত্রে একটি লিফ্ট দর্শিত হইয়াছে।

ট্রাম মোটরের ষ্টার্টারকে কন্ট্রোলার (controller) বলে। ইহার গঠন পূর্বোক্ত ষ্টার্টারগুলি হইতে সম্পূর্ণ বিভিন্ন। ইহার ষ্টার্টিং বাধার ধাতুখণ্ড সকল (contact pieces) একটি খাড়া চোঙ্গের গায়ে স্থাপিত এবং একটি কার্টের তক্ষা হইতে কতকগুলি ব্রাস এই ধাতুখণ্ড সকলকে স্পর্শ করে। চোঙ্গটি একটি হ্যাণ্ডেলের সাহায্যে ঘুরান হয় ও এইভাবে ষ্টার্টারের মধ্যে প্রয়োজনমত সংযোজন সাধিত হয়। মোটরকে উন্টানিকে

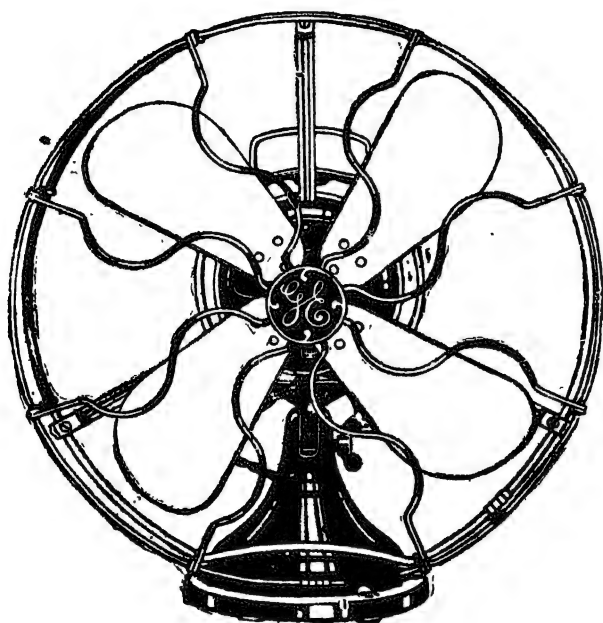
ঘুরাইবার জন্ত একটি পৃথক রিভার্সিং সুইচ থাকে, অবশ্য ইহা কন্ট্রোলারের সহিত একপভাবে সংবদ্ধ থাকে যে মোটরকে না থামাইয়া এই সুইচ ব্যবহার করা যায় না। বৈদ্যুতিক ক্রেনেও এই প্রকার কন্ট্রোলার ব্যবহার হয়।



চিত্র—৩৮৩

**বৈদ্যুতিক ব্রেক :-** বৈদ্যুতিক ট্রাম ও রেলগাড়ি প্রভৃতিকে হঠাৎ থামাইবার জন্ত মেকানিক্যাল ব্রেক অপেক্ষা বৈদ্যুতিক ব্রেক আশু কলপ্রদ। ব্যবহৃত মোটরটির দ্বারাই এই ব্রেকের কার্য সাধিত হয়। এই উদ্দেশ্যে মোটরকে লাইন হইতে বিযুক্ত করিয়া আমেরচারের ত্রাসদ্বয় একটি বাধার মধ্য দিয়া রাজ্যকয়েলের সহিত একপভাবে সংযুক্ত করিতে হয় যেন চলন্ত মোটরের ব্যাক ই, এম, এফ, তেতু প্রবাহ রাজ্যকয়েলের

মধ্য দিয়া পূর্বের ত্রায় দিকে প্রবাহিত হইয়া পূর্বভাবে রাজ্যকে উত্তেজিত রাখে ও ঐ বাধার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। এখন এই উত্তেজিত রাজ্যে চলন্ত আর্মের ডায়নামোতে পরিণত হয়, ইহার প্রবাহ ঐ বাধার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, কিন্তু যেহেতু এই প্রবাহ সম্ভাবনের নিমিত্ত কার্য-



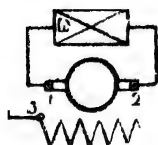
চিত্র—৩৮৪

শক্তি প্রয়োজন, মোটরকে লাইন হইতে বিযুক্ত করিবার পর, গাড়িটির নিজের গতি তেহু যে কার্যশক্তি, তাহা এই প্রবাহ সম্ভাবনে ব্যয়িত হয় এবং গাড়িটি শীঘ্র থামিয়া যায়। অবশ্য অর্মের গতি যত অধিক হয় এই প্রবাহও তত অধিক পরিমাণে সম্ভাবিত হয়, সুতরাং গাড়ির অধিক গতিতেই এই বৈদ্যুতিক ব্রেকের কার্য সুচারুভাবে সম্পন্ন হয়। কিন্তু

গাড়িকে একেবারে গতিহীন করিতে হইলে বৈদ্যুতিক ব্রেক বাতীত মেকানিক্যাল ব্রেকও প্রয়োজন হয়।

সান্ট মোটরের বেগীয়, লাইন হইতে বিযুক্ত মোটরের আর্মেচার ব্রাসদ্বয়কে কেবলমাত্র একটি বাধার মধ্য দিয়া, ৩৮৫ চিত্র ভাবে সংযুক্ত করিয়া দিতেই ব্রেকের কার্য্য হইবে। ৩৮৮ চিত্রে চাঞ্চিত মোটরের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে।

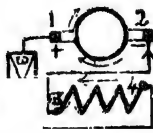
সিরিজ মোটরের বেলায় কিন্তু চালিত মোটরকে (৩৮৬ চিত্র) লাইন হইতে বিযুক্ত করিয়া উহার আর্মেচারকে বাধা ও রাজ্যকয়েলের মধ্য দিয়াই (৩৮৭ চিত্র) কেবলমাত্র সংযোগ করিলে চলিবে না, কারণ তাহা হইলে ৩৮৭ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে রাজ্য প্রবাহ উল্টাইয়া যায়, সুতরাং চুম্বকত্ব নাশ হইবে ও প্রবাহ মস্তাবিত হইবে না।



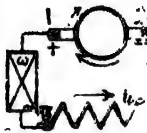
চিত্র—৩৮৫



চিত্র—৩৮৬



চিত্র—৩৮৭



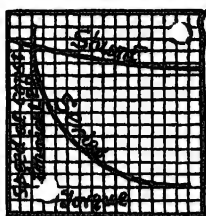
চিত্র—৩৮৮

সুতরাং রাজ্য কয়েলের সংযোজনও ৩৮৮ চিত্র ভাবে উল্টাইয়া দিতে হয়, যাহাতে রাজ্যকয়েলে পূর্বের দ্বার্য্য দিকে প্রবাহ বহে।

ব্রেকের নিমিত্ত প্রয়োজনীয় সংযোজনাদি কন্ট্রোলারের দ্বারা হইয়। সচবাচর কন্ট্রোলার এরূপ যে হ্যাণ্ডেলটি ডান সীমায় যাইলে ব্রেকের কার্য্য হয় ও বাম দিকে থাকিলে কন্ট্রোলারের কার্য্য হয়। বাম সীমা থামাইবার স্থান।

ম্যাগনেটিক-ব্রেক-আইট :—গাড়ি প্রভৃতিকে অনবরত ষ্টার্ট করা, উহার গতি নিয়ন্ত্রণ করা বা ব্রেক করা প্রভৃতি কার্য্য্য কন্ট্রোলারকে সাধন করিতে হয় বলিয়া উহার মধ্যে কেবলই বৈদ্যুতিক পথ বিচ্ছেদ

ও তজ্জন্ত অগ্নিস্ফুলিঙ্গ ঘটতে থাকে। এবং 'বেহেতু' এই অগ্নিস্ফুলিঙ্গ হেতু উহার অংশ বা অংশাবলী ক্ষয় প্রাপ্ত হয়, বৈদ্যুতিক চুম্বকের



চিত্র—৩৮২

সাহায্যে ইহাদিগকে নিবাইয়া দেওয়া হয়। এই ব্যবস্থাকে 'ম্যাগনেটিক ব্লো আউট' (Magnetic blow out) বলে। এই স্ফুলিঙ্গ প্রজ্জ্বলিত ধাতব বা কার্বনের বাষ্প কণা ব্যতীত আর কিছুই নহে। এই ধাতব বা কার্বনের বাষ্পীয় কণাগুলির মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবার সময় উহারা গরম হইয়া 'গ্লো' (Glow) করে। সুতরাং এস্থলে একটি তেজাল বৈদ্যুতিক চুম্বক থাকিলে এই প্রবাহবান্ বাষ্পীয় পরিচালক, চুম্বক রাজ্যে থাকা হেতু, সরিয়া যাইবে, অতএব অগ্নিস্ফুলিঙ্গ পথ বাড়িয়া যায়, সুতরাং উহা যাইতে যাইতে নিবিয়া যায়।

৩৮২ চিত্রে বিভিন্ন প্রকারের মোটরের বিশেষত্ব রেখা দর্শিত হইয়াছে।

**একাধিক ডায়নামোর একত্রে কার্য্য:**—দুইটি

ডায়নামোকে পরস্পরের সহিত সিরিজ বা প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে। যেমন দুইটি সেলকে সিরিজে সংযুক্ত করিলে প্রবাহ পরিবর্তিত হয় না, ভোল্টেজ পরিবর্তিত হয়, সেইরূপ দুইটি ডায়নামোকে সিরিজে সংযুক্ত করিলে মোট ভোল্টেজ উহাদের ভোল্টেজের সমষ্টি হয়। কিন্তু যদি প্রবাহ পরিবর্তিত করিতে হয়, তাহা হইলে ডায়নামো দুইটিকে প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত করিতে হইবে। প্যারালাল ভাবে দুই ডায়নামোকে চালাইতে হইলে বিশেষ লক্ষ্য রাখা প্রয়োজন, যেন উহাদের প্রত্যেকের ভোল্টেজ সমান হয়। নচেৎ যদি একটির ভোল্টেজ অপরটির ভোল্টেজ অপেক্ষা অধিক হয়, তাহা হইলে অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট যন্ত্র হইতে অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট যন্ত্রের মধ্য দিয়া প্রবাহ চালিত হইবে (যন্ত্র দুয়ের ভোল্টেজের যে পার্থক্য সেই চাপ অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট

যন্ত্রে প্রযুক্ত হইবে)। অতএব অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট যন্ত্রটি এখন মোটরে পরিণত হইবে এবং শক্তি (বৈদ্যুতিক) উৎপাদন না করিয়া গ্রহণ বা 'কনজিউম' (Consume) করিতে থাকিবে—অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট হইতে। মোটরে পরিণত যন্ত্রটির ঘূর্ণন গতির দিক পরিবর্তিত হয় না, কারণ ফিল্ড কারেন্টের দিক পরিবর্তিত হয় না, কেবলমাত্র আর্মেচার কারেন্টের দিক পরিবর্তিত হয়—সুতরাং যন্ত্রটি ডায়নামো অবস্থায় যে দিকে ঘোরে, মোটরে পরিণত হইলেও সেই দিকেই ঘুরিতে থাকে। অতএব যন্ত্রটি ডায়নামো ভাবে চলিতেছে, কি মোটর ভাবে চলিতেছে, তাহা ঘূর্ণন দিক হইতে ধরা সূচক। যন্ত্রটি মোটর ভাবে চলিবার সময় তদীয় চালক ইঞ্জিন ও অপরাপর অংশাবলী উহার অতিক্রমণীয় ভার হয় অর্থাৎ ইঞ্জিনকে অধিকতর গতিতে চালাইতে থাকে।

উপরে বলা হইল প্যারালাল সংযোগের নিমিত্ত দুইটি ডায়নামোর ভোল্টেজ সমান হওয়া প্রয়োজন, নচেৎ একটি মোটরে পরিণত হয়। ভোল্টেজের সমানতা বলিতে এখানে বুঝিতে হইবে ডায়নামোর মধ্যে উৎপাদিত ভোল্টেজ নহে, উহার উভয়ে যেখানে (যথা বাসবার, Busbar) সংযুক্ত হয় তথায় যেন প্রত্যেকটি দ্বারা প্রযুক্ত ভোল্টেজ সমান হয়। নিম্নে উদাহরণ হইতে এ বিষয় স্পষ্ট জ্ঞানলাভ হইবে।

দুইটি ডায়নামোর প্রত্যেকের আর্মেচারের বাধা '৫ ওম, একটির ই, এম, এফ, ৬০০ ভোল্ট অপরটির ৬১০ ভোল্ট, উহাদিগকে মোট ২০০০ অ্যাম্প প্রবাহ দিতে হইবে, কোনটি কি পরিমাণ প্রবাহ দিবে?

ধরা যাউক, ৬০০ ভোল্ট যন্ত্রটি C অ্যাম্প প্রবাহ দিবে, তাহা হইলে ৬১০ ভোল্ট যন্ত্রটি ২০০০ - C অ্যাম্প প্রবাহ দিবে।

অতএব ৬০০ ভোল্ট যন্ত্রের আর্মেচারে  $৫ \times C$  ভোল্ট ভোল্টেজ পতন হইবে, এবং ৬১০ ভোল্ট যন্ত্রের আর্মেচারে  $৫ (২০০০ - C)$  ভোল্ট ভোল্টেজ পতন হইবে।

## বিদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

সুতরাং বাস বায়ে ৩০০ ভোল্ট যন্ত্রদ্বারা ৬০০ — ৫ X C ভোল্ট  
চাপ প্রযুক্ত হইবে এবং ৬১০ ভোল্ট যন্ত্র দ্বারা ৬১০ — ২ ( ২০০০ — C )  
ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হইবে।

যেহেতু বাসবারে উভয় যন্ত্রই সংযুক্ত, এই বাসবার প্রত্যেকটী দ্বারা  
প্রযুক্ত ভোল্টেজ সমান হওয়া উচিত, অতএব

$$৬০০ - ৫C = ৬১০ - ২(২০০০ - C)$$

$$\text{বা } ১০ - ১০০০ + C = ০$$

$$\text{বা } C = ৯৯০$$

অর্থাৎ ৬০০ ভোল্ট যন্ত্রটী দ্বারা ৯৯০ অ্যাম্প এবং ৬১০ ভোল্ট  
যন্ত্রটী দ্বারা ২০০০ — ৯৯০ = ১০১০ অ্যাম্প প্রবাহ প্রবাহিত হইবে।

## অনুশীলনী।

(১) সার্কিটায়নামো কাকাকে বলে? কম্পাউন্ড যন্ত্র হইতে উহার প্রভেদ কি?  
বল্পাউন্ড করিবার উদ্দেশ্য কি?

(২) একটি আমেরচার মিনিটে ২০০০ পাক ঘুরিতেছে এবং কমিউটেটরে ৬০টি  
কোয় আছে ও ব্রাশের বিস্তৃতি দুইটি কোয়ার বিস্তৃতি সমান। কতক্ষণ ব্যাপিয়া কয়েল  
স্ট সার্কিট হইয়া থাকে? ১০০১ সং

(৩) উক্ত (২ নং) প্রশ্নে স্ট সার্কিট থাকিবার কালে যদি বেলবেরা সংখ্যার  
পরিবর্তন পরিমাণ হয় ৪০০,০০০, তাহা হইলে কি ভ্রাণে উক্ত সম্ভাবিত হয়? ৪ ভোল্ট

(৪) কি উপায়ে ডায়নামো হইতে (১) একই দিকে সম পরিমাণ প্রবাহ (২)  
অন্তর্গেটিং কারেন্ট (৩) বিভিন্ন ভোল্টেজের সম পরিমাণ কারেন্ট (৪) একভাব  
ভোল্টেজের বে কোন পরিমাণ কারেন্ট, পাওয়া যায়?

(৫) ডায়নামোকে চালাইবার ও খামাইবার মধ্যে কি বিষয় দৃষ্টি রাখা বর্তব্য?

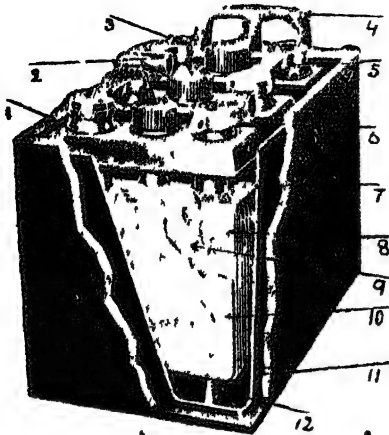
(৬) ডায়নামোতে প্রথমতঃ কোন কোন স্থানে স্ট মাচ' (রং) ঘটতে পারে,  
তাহা বন্ধপ পরীক্ষা দ্বারা নির্ণিত হয়?

(৭) ডায়নামোতে "লীড" কাকাকে বলে? কি ভ্রাণ প্রবাহ অনুযায়ী ব্রাশের  
স্থানকে পরিবর্তিত কবিতে হয়? এমন কোন উপায় আছে কি যদ্বারা, বিভিন্ন পরিমাণ  
প্রবাহ হইবেও, ব্রাশের স্থানকে পরিবর্তন কবিয়া প্রয়োজন হয় ন?

(৮) সিবিজ মেটর'ক কি ভাবে ব্রক (brake) দ্বারা পরিচালিত হয়?

## উনবিংশ পরিচয় ।

স্টোরেজ বা সেকেন্ডারী সেল বা আকুমুলে-  
( Storage or Secondary cell or Accumulator )—



- ১। কাঠ বাক্স—ব্যাটারির ।
- ২। এসিড ঢালিবার ছিপি(Plug) বায়ু চলাচলের চক্রসহ ।
- ৩। (+) টার্মিনাল ।
- ৪। ফাউন্ডেল ।
- ৫। টপ কানেক্টর ( Top connector ) ।
- ৬। (-) টার্মিনাল ।
- ৭। এসিড লেভেল ।
- ৮। (+) প্লেট ।
- ৯। সেপারেটর ।
- ১০। (-) প্লেট ।
- ১১। ববার জাত এক একটিসেলের ।
- ১২। প্লেট দাঁড়াইবার রিজ(Ridge)।

চিত্র—৩৯০

অনুমান ও আদিম প্রণালী :—জলের ভলটামিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহ দিলে জল বিস্ফিট হইয়া  $H_2$  এবং  $O_2$  গ্যাসে পরিণত হইতে থাকে । এই কার্য কিয়ৎকাল চলিবার পর প্রবাহ বন্ধ করিয়া প্রবাহদায়ক বস্তুটুকু বাদ দিয়া, ইলেক্ট্রোডদ্বয়কে তার দ্বারা সংযোগ করিলে দৃষ্ট হয়, ভলটামিটার সেলের গুণ প্রাপ্ত হইয়াছে—এ তারের মধ্য দিয়া ক্ষণকাল প্রবাহ বহে । ভোলটমিটার দ্বারা ইহার ভোল্টেজ মাপা যাইতে পারে এবং সূচকম্পাস দ্বারা এই প্রবাহের দিক নিরূপণ করিলে দৃষ্ট হয় যে, বাহিরে এনোড হইতে ক্যাথোডে, হুতরাং ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্যে ক্যাথোড হইতে এনোডে অর্থাৎ যেদিকে প্রবাহ বহমান হইয়াছিল তাহাব বিপরীত দিকে প্রবাহ বহে । এই ঘটনার অনুমান, বিদ্যুৎ প্রবাহ দ্বারা কোন ইলেক্ট্রোলাইট ‘অয়ন’ অবস্থায় বিস্ফিট হইবার কালে বিস্ফিট অয়নগুলি আবহিক শক্তি সম্পন্ন হয় ও পুনর্দ্রবিত হইবার চেষ্টা করে, এইরূপে তাহারা বিপরীত দিকে উ এম, এফ, উৎপন্ন করে, ইহাকে ইলেক্ট্রোলিসিসের ব্যাক ই, এম, এক, বলে । ব্যাক ই, এম, এফ, ইলেক্ট্রোলাইটের উপর নির্ভর করে এবং  $E = \frac{HJZ}{1.96}$  ভোলট এই সম্বন্ধ



হইতে পাওয়া যায়,—ইহাতে  $E$  = ব্যাক ই, এম, এক,  $H = 1$  গ্রাম আয়ন অপর আয়নের সহিত সংমিশ্রণে উৎপন্ন উত্তাপ পরিমাণ,  $J$  = তাপের মেকানিক্যাল ইকুইভ্যালেন্ট বা একক তাপ অনুযায়ী কার্খা পরিমাণ =  $8.2 \times 10^9$  আর্গ,  $Z = C.G.S.$  বিদ্যুৎচুম্বক একক পরিমিত বিদ্যুৎ দ্বারা উৎপন্ন আয়ন পরিমাণ।

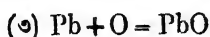
**সেকেন্ডারী সেলের প্রণালী ৪—**উক্ত প্রণালী সেকেন্ডারী সেলে ব্যবহৃত হয়। সালফিউরিক এসিড মিশ্রিত জলে (ওজনে ১ ভাগ এসিড ও ১০ ভাগ জল) দুইটি সীসক পাতকে ইলেক্ট্রোডরূপে ব্যবহৃত করিয়া প্রবাহ বহাওলে ইহাকে চার্জ করা বলে। + পাতের অক্সিজেন ও - পাতের হাইড্রোজেন নিঃসৃত হয়। ইহাতে + পাতের গাত্র ঘোর পাটখিলে রঙ্গের লেড পারঅক্সাইড ( $PbO_2$ )এ পরিণত হয় ও - পাতের হাইড্রোজেন, বৃদ্ধি আকারে, ভাসিয়া উঠে, স্বতরাং - পাত অপরিবর্তিত অবস্থায় থাকে। এখন প্রবাহ বন্ধ করিয়া পাতদ্বয়কে তার দ্বারা সংযুক্ত করিলে তারের মধ্য দিয়া + পাত হইতে - পাতে অর্থাৎ তরল পদার্থের মধ্যে - পাত হইতে + পাতে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় এবং এত সংযোজন ভোল্টমিটারের মধ্য দিয়া করিলে ইহাতে প্রায় ২ ভোল্ট দর্শিত হইবে। এই প্রবাহ কিয়ৎকাল বহিয়া ক্রমশঃ বন্ধ হইয়া যাউবে, ইহাকে ডিসচার্জ হওয়া বলে। এখন পাতদ্বয়কে পরীক্ষা করিলে দৃষ্ট হইবে + পাতে পারঅক্সাইড নাই, উভয় পাতেই লেড সালফেট ( $PbSO_4$ ) ও সামান্য পরিমাণ 'লিথার্জ' বা লেড মন-অক্সাইড ( $PbO$ ) হইয়াছে। ইলেক্ট্রোলাইটের মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া বন্ধ করিলে রাসায়নিক ক্রিয়া বিপরীত দিকে ঘটিবার চেষ্টা করে এবং পাতদ্বয় তার দ্বারা সংযুক্ত থাকায় + পাতের উপর হাইড্রোজেন ও - পাতের উপর অক্সিজেন গ্যাস নিঃসৃত হয়। হাইড্রোজেন + চার্জবিশিষ্ট ও অক্সিজেন-চার্জবিশিষ্ট বলিয়া উক্ত বিপরীত রাসায়নিক ক্রিয়ার সময় প্রাইমারী সেলের মত প্রবাহ পাওয়া যায়। + পাতে হাইড্রোজেন পার-অক্সাইড ( $PbO_2$ )কে রিডিউস করিয়া মন-অক্সাইডে পরিণত করে ;—



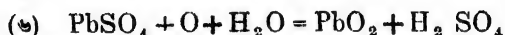
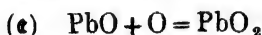
এবং যেহেতু  $\text{H}_2 \text{ SO}_4$  এর সম্বন্ধে  $\text{PbO}$  দাঁড়াইতে পারে না, ইহার অধিকাংশ  $\text{Pb SO}_4$  হইয়া যায় ;—



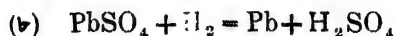
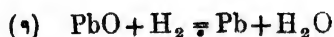
— পাতে নবনিঃসৃত (Nascent) অক্সিজেন  $\text{PbO}$  উৎপন্ন করে ;—



(৪)। পরে (২) এর দ্বারা  $\text{PbO}$  হইতে  $\text{PbSO}_4$  ও জল প্রস্তুত হয় এই নিমিত্ত উভয় পাতেই  $\text{PbSO}_4$  ও অল্প পরিমাণ  $\text{PbO}$  দৃষ্ট হয়। এখন ইহাকে পুনরায় চার্জ করা চলে। চার্জ করিবার সময় + পাতে অক্সিজেন  $\text{PbO}$  এবং  $\text{PbSO}_4$  কে  $\text{PbO}_2$ তে পরিণত করে, যথা—



— পাতে হাইড্রোজেন  $\text{PbO}$  এবং  $\text{PbSO}_4$  কে  $\text{Pb}$ তে পরিণত করে, যথা,—



ইহা হইতে দৃষ্ট হয় চার্জ করিবার সময় (৬) ও (৮) ক্রিয়া দ্বারা ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব বর্দ্ধিত হয় ও ডিসচার্জ হইবার সময় (১) (২) ও (৭) ক্রিয়া দ্বারা ইহা হ্রাস পায়। এইজন্য ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব হইতে সেলের অবস্থা নির্দ্ধারিত হয়। সম্পূর্ণ চার্জ হইলে আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.২০৫—১.২১৫ ও ডিসচার্জ হইলে ১.১৭—১.১৯ হয়। আপেক্ষিক গুরুত্ব পরিমাপের জন্য হাইড্রোমিটার বা ব্যাটারি ‘টেস্টার’ ব্যবহৃত হয়, চিত্র ৪.৩ দ্রষ্টব্য।

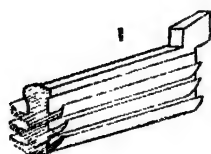
সেকেণ্ডারী সেল, প্রোব্রেন্স সেল বা আকুমুলেটোরের এই আনুমানিক প্রণালী হইতে দৃষ্ট হয় বস্তুতঃ ইহার মধ্যে বৈদ্যুতিক শক্তি সঞ্চিত হয় না,

পরন্তু বৈদ্যুতিক শক্তিকে আবস্থিক রাসায়নিক শক্তিতে পরিণত করা হয়, পরে এই রাসায়নিক শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়।

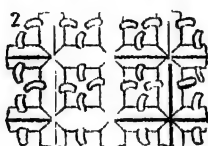
সেলের আয়ুর্বাধি :—+ পাতের গাত্রে উপর  $PbO_2$  এর পরিমাণ অতি অল্প বলিয়া উল্লিখিত ভাবে প্রস্তুত সেলের স্থায়িত্ব অতি অল্প।

সেলের আয়ু নিম্নলিখিত ভাবে পূর্বে পরিবর্দ্ধিত হইত :—চার্জ করিবার সময় কিয়ৎকাল প্রবাহ বহিলে যখন এনোডের গাত্র  $PbO_2$  এর পাতলা স্তর দ্বারা আবৃত হয়, তখন প্রবাহের দিক বিপরীত করিয়া দেওয়া হয় অর্থাৎ এনোডকে ক্যাথোডে ও ক্যাথোডকে এনোডে পরিণত করা হয়। এখন নব এনোড  $O_2$  সাহায্যে  $PbO_2$  এর পাতলা স্তর দ্বারা আবৃত হয় এবং  $PbO_2$  আবৃত নব ক্যাথোডে  $H_2$  নিঃসৃত হওয়ায়  $PbO_2$  রিডিউসড হইয়া ধাতব Pb তে পরিণত হয়। ইহার অবস্থা অনেকটা স্পঞ্জের মত হয়, সুতরাং পাতটি স্পঞ্জ সীসা আবৃত হয়। প্রবাহকে আবার বিপরীত করিয়া দিলে স্পঞ্জ সীসা আবৃত পাতে  $O_2$  নিঃসৃত হওয়ায় উহার স্পঞ্জের মত সীসা অক্সাইডে  $PbO_2$  তে পরিণত হয়, অধিকন্তু নূতন সীসার খানিকটা স্তর  $PbO_2$  তে পরিণত হয় এবং  $PbO_2$  আবৃত পাতটি স্পঞ্জ সীসা আবৃত হয়। এইভাবে প্রবাহের দিক ক্রমান্বয়ে বিপরীত করিয়া দিলে একটি পাতে  $PbO_2$  এর পুরু স্তর ও অপর পাতে স্পঞ্জ সীসার পুরু স্তর পাওয়া যায়। এখন  $PbO_2$  এর পরিমাণে অধিককাল ব্যাপিয়া প্রবাহ দিতে সক্ষম হয়, অধিকন্তু অপর পাতটি স্পঞ্জ সীসা আবৃত হওয়ায় উহার বিস্তৃতি অধিক সুতরাং আভ্যন্তরিক বাধা অল্প হইবে। যাহাতে পাতগুলি কুপন্ন হয় ও অক্সাইডে রাসায়নিক ক্রিয়া সাধিত হয়, তজ্জন্য চার্জ করিবার পূর্বে উহা-দিগকে কিছুকণ ষ্টীমে রাখিয়া নাইট্রিক এসিড মিশ্রিত গরম জলে কয়েক-ঘণ্টা ডুবাইয়া রাখিতে হয়। উল্লিখিত ভাবে পাত প্রস্তুত পদ্ধতি ইহার প্রবর্তক 'প্ল্যান্টি' (Planté) নাম অনুসারে পরিচিত।

আধুনিক পাত গঠন :—আজকাল অনবরত প্রবাহের দিক বদলাইয়া পাত প্রস্তুত হয় না, 'ফর' ( Faure ) প্রবর্তিত পদ্ধতি অনুযায়ী পাতগুলিতে, চার্জ করিবার পূর্বে, রেডলেড্ (  $Pb_3O_4$  ) কে সালফিউরিক এসিডে কৰ্দমাকারে মাখিয়া পাতের উপর লাগান হয়। অনেক স্থলে কেবলমাত্র +পাতে ঐ পদার্থ লাগান হয়, —পাতে সালফিউরিক এসিডে কৰ্দমাকারে মাখা 'লিথার্জ' (  $PbO$  ) ব্যবহৃত হয়। ইহাদিগকে পেটেড প্লেট বা পাত বলে, ৩৯০ চিত্র। এই কৰ্দমাকার পদার্থ পাতের গাত্রে আবদ্ধ থাকিবার জন্য পাতগুলি "শিরতোলা" বা "খাজকাটা" প্রভৃতি আকারের হয়। কয়েক প্রকার পাতের কাঠাম ৩৯১-৩৯৩ চিত্রে প্রদত্ত হইল। কোন কোন সেলে প্র্যাণ্ডি +পাত ও পেটেড —পাত ব্যবহৃত হয়।



চিত্র—৩৯১

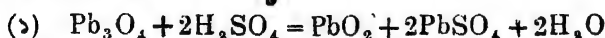


চিত্র—৩৯২



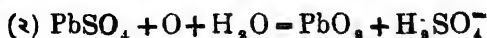
চিত্র—৩৯৩

পেটেড পাতের রাসায়নিক ক্রিয়া :—(ক). চার্জ করিবার পূর্বে— $Pb_3O_4$  ব্যবহার করিলে, এসিডে ডুবাইলে  $PbO$ , এবং  $PbSO_4$  হয়, যথা—



স্বতরাং + ও - উভয় পাতেই পারঅক্সাইড ও সালফেট থাকে।

(খ) চার্জ করিবার সময়, পজিটিভ পাতে অক্সিজেন সালফেটকে পার অক্সাইডে পরিণত করে, যথা,—



—পাতে হাইড্রোজেন (  $H_2$  )  $PbO_2$  ও  $PbSO_4$  কে রিডিউস করিয়া স্পঞ্জ সীসকে পরিণত করে, যথা—



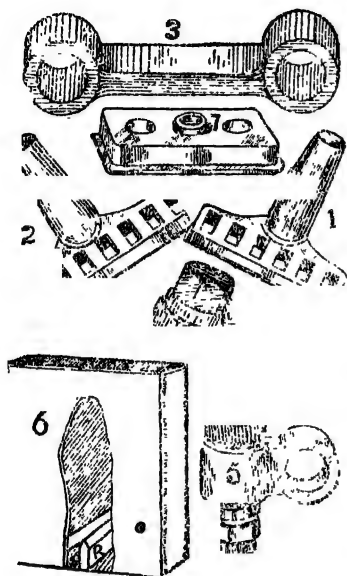
এইরূপে চার্জ করিবার পরে পূর্বের ত্রায় + পাতে  $\text{PbO}_2$  ও - পাতে স্পঞ্জ  $\text{Pb}$  পাওয়া যায় এবং (৩) ও (৪) ক্রিয়া দ্বারা  $\text{H}_2\text{SO}_4$  প্রস্তুত হওয়ায় চার্জ করিবার কালে ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব বর্দ্ধিত হয়।

(গ) ডিসচার্জ কালীন রাসায়নিক ক্রিয়া পূর্বের ত্রায়। - পাতে  $\text{PbO}$  ব্যবহার করিলে চার্জ করিবার পূর্বেই এমিডে ডুবাইলে  $\text{PbSO}_4$  প্রস্তুত হয়, যথা—



পরে পূর্বের ত্রায় রাসায়নিক ক্রিয়া ঘটে। সেলের কেপাসিটি আম্পেয়ার-আওয়ার দ্বারা পরিমিত হয়—অর্থাৎ সেল হইতে প্রাপ্তব্য আম্পেয়ার হিসাবে পরিমিত প্রবাহকে, উহা যত ঘণ্টা কাল ব্যাপিয়া ঐ প্রবাহ দিতে সক্ষম তদ্বারা গুণ করিলে যে গুণফল ( আম্পেয়ার  $\times$  ঘণ্টা ) হয় তদ্বারা পরিমিত হয়। কোন সেল বা ব্যাটারি হইতে সর্বাপেক্ষা অধিক যে পরিমাণ প্রবাহ লওয়া যাইতে পারে ( Maximum Discharge Current ) তাহা সেলের গাত্রে প্রস্তুতকারক দ্বারা লেখা থাকে। কোন সেলের গরিষ্ঠ প্রবাহ দিবার ক্ষমতা ১০ আম্পেয়ার ও উহার কেপাসিটি ১২০ আম্প-আওয়ার হইলে, উহা ১০ আম্প হিসাবে, ১২ ঘণ্টা বা ৫ আম্প হিসাবে ২৪ ঘণ্টা, বা ৩ আম্প হিসাবে ৪০ ঘণ্টা কাল প্রবাহ দিতে পারে। কিন্তু গরিষ্ঠ প্রবাহ অপেক্ষা অধিক প্রবাহ লইলে দৃষ্ট হইবে, উহার কেপাসিটি কিছু কম, যথা—উহা হইতে ২০ আম্প হিসাবে প্রবাহ লইলে দৃষ্ট হইবে উহা ৬ ঘণ্টা স্থায়ী হইবে না, প্রায় ৫ ঘণ্টা প্রবাহ দিবে, ৩০ আম্প হিসাব মোট ৩ ঘণ্টা প্রবাহ দিবে। সেলের কেপাসিটি উহার পাতের পরিমাপ বা সাইজ ও তাহাদের প্রস্তুতি বা ‘ফর্মেশান’ ( Formation ) এর উপর নির্ভর করে।

কেপাসিটি বাড়াইবার জন্ম পাতের বিস্তৃতি অধিক করিতে হইলে বড় পাত ব্যবহার না করিয়া, কণ্ডেনসার প্রস্তুতের ত্রায়, স্থান ও পদার্থ পরিমাণ সঙ্কুলানের নিমিত্ত ছোট ছোট পাত প্যারালালে সংযুক্ত করিয়া



চিত্র—৩২৪—৪০০

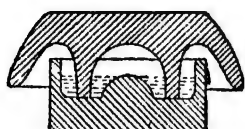
ব্যবহার হয়, চিত্র ১০২, ১১০ দেখিলে ইহা বুঝিতে পারা যায়। এরূপ সাজানতে প্রত্যেক পাতদ্বয়ের মধ্যে ব্যবধান অল্প হওয়ায় আভ্যন্তরিক বাধা অল্প হয়, এবং যাহাতে পাতগুলি পরস্পরের সহিত স্পর্শ করিয়া স্ট সার্কিট না ঘটায়, তজ্জন্ম প্রত্যেক পাতদ্বয়ের অন্তর সেরপারেটর (৯ চিত্র ৩২০) ব্যবহৃত হয়। ছিদ্র বিশিষ্ট এবনাইট বা সেলুলয়েড পাত, লবনাক্ত পদার্থ রচিত কাষ্ঠ বা ফাইবার পাত (Fibre) বা কাঁচের তুলা (Glass Wool) প্রভৃতি কুপ-ময় অপরিচালক পদার্থ দ্বারা সেপারেটর প্রস্তুত হয় এবং ইহাদের

আকৃতি সেলের পাত অপেক্ষা কিছু বড় হওয়া প্রয়োজন।

**সেল গঠনে প্রয়োজনীয় অপরিচালক দ্রব্য:—**  
সেলের এসিড মিশ্রিত জল, পাত, প্রভৃতি ধারণ করিবার নিমিত্ত একটি বাস্তব প্রয়োজন হয়। বাস্তবটি এরূপ পদার্থে নির্মিত যেন এসিড দ্বারা ক্ষতি গ্রস্ত না হয়। এই বাস্তব সীসা, কাঁচ, রবার, সেলুলয়েড বা এবনাইট নির্মিত হয়। ব্যবহার দ্বারা সেলের পাত ক্রমশঃ ক্ষয়প্রাপ্ত হইতে থাকিলে, পাত হইতে ক্রমশঃ পেট খসিয়া বাস্তব তলদেশে জমে এবং যাহাতে

পাতগুলির মধ্যে সর্ট-সার্কিট না ঘটে উজ্জ্বল তলদেশে খাড়া শির তোলা থাকে, চিত্র ৩৯০। পাতগুলি ঐ শিরের উপর দণ্ডায়মান থাকে, এবং পাত হইতে খসিয়া যাওয়া পেট শিরের খাঁজের মধ্যে থাকে। ইহা বাতীত বাস্ক্রে একটি ঢাকনা ও পাতগুলির সংযোজক টার্মিনাল প্রভৃতি প্রয়োজন হয়, চিত্র ৩৯৪-৪০০ দ্রষ্টব্য।

**আকুমুলেটোর সংক্রান্ত জ্ঞাতব্য বিষয়:—**

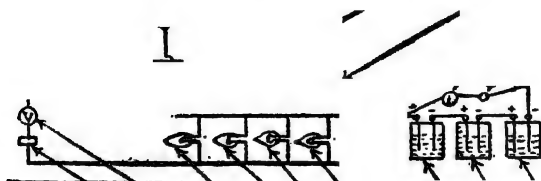


আকুমুলেটোর শুষ্ক স্থানে ইনসুলেটোরের উপর রাখিতে হয়। অধিক কেপাসিটি বিশিষ্ট হইলে গ্রাস-অয়েল ইনসুলেটোরের (চিত্র ৪০১) উপর রাখিতে হয়।

চিত্র—৪০১

নূতন ব্যাটারিতে এসিড দিবামাত্রই চার্জ করিতে হইবে, নচেৎ কঠিন লেড সালফেট প্রস্তুত হইয়া ব্যাটারির পারকতা ও আয়ু ক্ষয় করে। নির্মূল এসিড (আপেক্ষিক গুরুত্ব ১.২) ব্যবহার করিতে হয়, তাহা যেন প্রেট ছাড়াইয়া ২ ইঞ্চি উপর পর্যন্ত থাকে।

যে ডায়নামো হইতে ব্যাটারি চার্জ হইবে তাহা যেন সিরিজ ডায়নামো না হয়; পৃথক উত্তেজিত বা সাণ্ট ডায়নামো ব্যবহার করিতে হয়, অথবা কপাটও হইলে সিরিজ রাজ্যকন্সলকে বাদ দিতে হয়। প্রতি সেলের



চিত্র—৪০২

অথ ২.৬—২.৭৫ চার্জিং ভোল্ট প্রয়োজন হয়। চার্জ করিতে হইলে ডায়নামো বা লাইনের+তার ব্যাটারির+পোলের সহিত ও-তার, -পোলের সহিত সংযুক্ত করিতে হয়। ৪০২ চিত্রে চার্জিং পদ্ধতি দর্শিত হইল।

পাটখিলে রংএর প্রেটগুলি যে পোলের সহিত সংযুক্ত তাহা +পোল ও ধূসর বর্ণের প্রেটগুলি ষাহার সহিত সংযুক্ত তাহা—পোল। পোল নিরূপণ করিতে হইলে পোলদ্বয় হইতে দুইটি তার লইয়া লবণাক্ত জলে নিমগ্ন করিলে, যে তারে গ্যাস বৃদ্ধ ( হাইড্রোজেন ) জন্মিতে দৃষ্ট হইবে তাহা — পোল। ব্যাটারির বেলায় এই পরীক্ষার্থে ব্যাটারির অন্ততঃ কিছু চার্জ থাকা প্রয়োজন এবং ব্যাটারি ডিসচার্জড্ হইয়া গেলেও এরূপ সামান্য চার্জ থাকে। অথবা মেরু নিরূপক কাগজ ( Pole Finding paper) দ্বারাও ইহা নিরূপিত হইতে পারে। ব্যাটারি চার্জ করিবার সময় সম্পূর্ণ চার্জ করিতে হয়। সম্পূর্ণ চার্জ হইলে ইলেক্ট্রোলাইট ঘোলা হয়, উভয় প্রেট হইতে প্রচুর গ্যাস নির্গত হয় ও ফেনা হইয়া ফুটিবার মত হয়, এবং ইলেক্ট্রোলাইটের আপেক্ষিক গুরুত্ব আর পরিবর্তিত হইতে থাকে না, প্রায় ১.২ হয়। আপেক্ষিক গুরুত্ব দেখিবার জন্য ‘হাইড্রোমিটার,

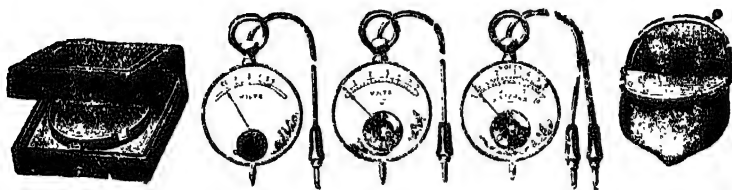


৪০৩ চিত্র ব্যবহার হয়, ইহার গঠন ও ব্যবহার বিধি ‘মোটর শিক্ষকে’ দ্রষ্টব্য। ডায়নামো হইতে চার্জ করিতে থাকিলে, চার্জ হইয়া গেলে, আগে ব্যাটারিকে সুইচ দ্বারা বিযুক্ত করিয়া পরে ডায়নামোকে থামাইতে হয়। ব্যাটারির : প্রস্তুতকারক যে সর্বাপেক্ষা অধিক প্রবাহ নির্দ্ধারিত করিয়া দেয়, তদপেক্ষা অধিক প্রবাহ উহা হইতে লইতে নাই। তাহাতে অত্যধিক প্রবাহ জনিত অত্যধিক উত্তাপে প্রেটের সীসা ও পেটের অসমান ঝিল্লিফারণ হেতু বক্ততা প্রাপ্তিতে পেট খসিয়া যায় এবং প্রবল রাসায়নিক ক্রিয়া দ্বারাও পেট খসিয়া যায় ও ক্ষতিগ্ণ সালফেট প্রস্তুত হয়। এই কারণ ব্যাটারির পোলদ্বয়কে সর্ট সার্কিট করিতে নাই। ব্যাটারির সহিত

চিত্র—৪০৩ সর্বাপেক্ষা অধিক প্রবাহ লেখা না থাকিলে, মোটামুটি (+) পাতের গাত্রে প্রতি ১২ বর্গ ইঞ্চিতে ১ অ্যাম্প প্রবাহ ধরা বাইতে পারে।



সাধারণ অবস্থায় ১'৮৫ ভোল্টেজের নিয়ে ব্যাটারিকে আর ব্যবহার করিতে নাই ; তবে ১ ঘণ্টায় ডিসচার্জ হইয়া যায় এরূপ প্রবাহ লইতে থাকিলে ১'৭৫ ভোল্টেও উহাকে ব্যবহার করা চলে। ব্যাটারির ই, এম, এফ, ও



৪০৪—৪০৮

প্রবাহ মাপিবার জন্য ভোল্টমিটার ও অ্যামিটার ব্যবহৃত হয়, ৪০৪—৪০৮ চিত্রে পকেট সেট ভোল্টমিটার, অ্যামিটার ও তাহাদের বাস্ক দর্শিত হইয়াছে। ব্যাটারিকে সর্বদা চার্জড অবস্থায় রাখিতে হয়, নচেৎ কঠিন সালফেট প্রস্তুত হয়। এইজন্য ব্যাটারিকে ফেলিয়া রাখিতে হইলে উহাকে একটু একটু সাময়িক চার্জ দিতে হয়। ব্যাটারির ইলেক্ট্রোলাইটের জল মরিয়া গেলে নিম্নলি জল যোগ করিয়া আপেক্ষিক গুরুত্ব বজায় রাখিতে হয়। এবং গ্যাস নির্গমের দ্বিত্ব পথটি সাফ রাখিতে হয়, নচেৎ, বন্ধ হইয়া



চিত্র—৪০২



চিত্র—৪১০

প্রবাহ পাওয়া যাইতে পারে—তবে অত্যধিক প্রবাহ হইলে ব্যাটারিটি

গেলে উহার বাস্ক ফাটিয়া যায়। ডায়নামোর প্রবাহ দানের ক্ষমতার একটি সীমা থাকে, কোন ডায়নামোর পক্ষে তাহার ঐ সীমা অতিক্রম করা সম্ভব নহে, কিন্তু আকুমুলেটর হইতে যে কোন পরিমাণ

নিজেই খারাপ হইয়া যাইবে, তত্রাচ প্রবাহ দানে অক্ষম হইবে না।



1/4



চিত্র—৪১১



চিত্র—৪১২

এই নিমিত্ত ব্যাটারির  
পাল্লত কারক উহা হইতে  
সর্বাপেক্ষা অধিক কি  
পরিমাণ প্রবাহ লওয়া  
চলিতে পারে তাহা সচ-  
রাচর উল্লেখ করিয়া দেন,  
এই প্রবাহকে “গরিষ্ঠ  
প্রবাহ” ( Maximum

discharge current ) বলে। গরিষ্ঠ প্রবাহ ব্যাটারির পাতগুলির গঠন,  
বিস্তৃতি, পরিমাপ ও সংখ্যার উপর নির্ভর করে।

ব্যাটারির ক্ষমতা আম্পায়ার-ঘণ্টা (ampere-hour) দ্বারা  
পরিমিত হয়। কোন ব্যাটারির ক্ষমতা ২৪০ আম্প-ঘণ্টা ও গরিষ্ঠ  
প্রবাহ ৪০ আম্প হইলে, ৯০ আম্প করিয়া প্রবাহ লইতে থাকিলে উহা  
খারাপ হইবে না। এবং হিসাব মত ৬ ঘণ্টা কাল ব্যাপিয়া প্রবাহ দিতে  
পারা উচিত বটে, কিন্তু দৃষ্ট হইবে হয়ত ৫ ঘণ্টা ৫০ মিনিট কাল ঐ ভাবে  
প্রবাহ দিতে পারে। অর্থাৎ ঐরূপ অধিক প্রবাহ লইতে থাকিলে দেখা  
যায় ব্যাটারির ক্ষমতা কম হয়। কিন্তু যদি ২০ আম্প করিয়া প্রবাহ লইতে  
থাকি যায় তাহা হইলে হিসাব মত ১২ ঘণ্টা কাল ব্যাপিয়া প্রবাহ দেয়।  
আবার যদি আরও অল্প পরিমাণে প্রবাহ লইতে থাকি যায়, তাহা  
হইলে দৃষ্ট হয়। উহার ক্ষমতা ২৪০ আম্প-ঘণ্টা অপেক্ষা অধিক  
যথা, ১০ আম্প করিয়া প্রবাহ লইলে হিসাব মত ২৪ ঘণ্টা কাল  
প্রবাহ দেওয়া উচিত, কিন্তু কার্যতঃ দৃষ্ট হইবে, হয়ত ২৭ ঘণ্টা কাল  
ঐরূপ প্রবাহ দিবে, অর্থাৎ ক্ষমতা প্রায় ২৭০ আম্প-ঘণ্টা দাঁড়াইতেছে।  
প্রবাহ আরও কম লইতে থাকিলে দৃষ্ট হইবে ক্ষমতা আরও অধিক,

যথা, ৫ আম্প করিয়া প্রায় ৫৮ ঘণ্টা কাল প্রবাহ দিবে—অর্থাৎ ক্ষমতা প্রায় ২৯০ আম্প-ঘণ্টা দৃষ্ট হইবে। ইহা ৪০৯ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

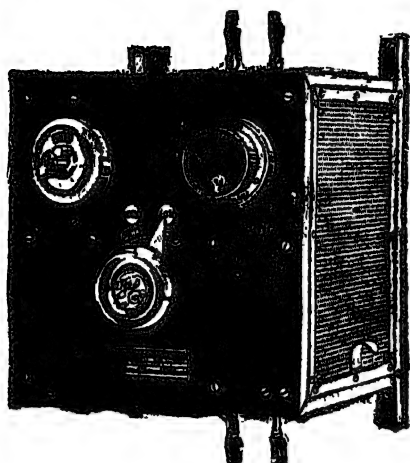
**ব্যাটারির পারকতা (Efficiency):**—উক্ত ব্যাটারিকে চার্জ করিতে হইলে দৃষ্ট হইবে প্রায় ৩০০ আম্প-ঘণ্টা প্রয়োজন হয়, কিন্তু উহা হইতে মোটে ২৪০ আম্প-ঘণ্টা পাওয়া যায়—অর্থাৎ উহার পারকতা প্রায় ৮০%।

দুই ভোল্ট ব্যাটারির ই, এম, এফ, ১'৮ ভোল্টে নামিয়া আসিলে বুঝিতে হইবে ব্যাটারি ডিসচার্জড হইয়া গিয়াছে অর্থাৎ উহা হইতে আর প্রবাহ লওয়া উচিত নহে। ইহার পরেও প্রবাহ লইলে ই, এম, এফ, দ্রুত শূন্যে পরিণত হয় এবং পাতগুলিতে অত্যধিক সালফেট ( $PbSO_4$ ) প্রস্তুত হয়—তখন ইহাকে পুনরায় চার্জ করা কষ্টদায়ক। সেইজন্য ই, এম, এফ, ১'৮ ভোল্টে পরিণত হইলে ব্যাটারিকে যত শীঘ্র সম্ভব পুনরায় চার্জ করিতে হয়। চার্জ করিবার কালে ইহার ই, এম, এফ, অতি দ্রুত প্রায় ২ ভোল্টে পরিণত হয় এবং কয়েক ঘণ্টা কাল (পূর্ণ চার্জ না হওয়া পর্যন্ত) এই ই, এম, এফ, প্রায় সম ভাব থাকে, পরে যখন প্রায় সম্পূর্ণভাবে চার্জ হইয়া আসে, তখন ই, এম, এফ, দ্রুত বাড়িয়া ২'৪ ভোল্টে পরিণত হয়। চার্জ করিবার কালে ই, এম, এফ, এর এরূপ পরিবর্তন ৪১০ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ব্যাটারিকে চার্জ করা শেষ হইবার মুখে ই, এম, এফ, যখন ২'৪ ভোল্টে পরিণত হয় তখন সঙ্গে সঙ্গে গ্যাস নির্গত হইতে থাকে এবং তরল পদার্থ (এসিড মিশ্রিত জল) ফুটিবার আকার ধারণ করে। ই, এম, এফ, ২ ভোল্ট হইতে দ্রুত ২'০ ভোল্টে পরিণত হইবার কারণ পাতের কুপগুলির মধ্যে  $H_2SO_4$  উৎপন্ন হইয়া ঐ স্থানে এসিডের গাঢ়তা বৃদ্ধি হয়। ব্যাটারিকে কিসংকাল ফেলিয়া রাখিলে ঐ গাঢ় এসিড ক্রমশঃ কুপ মধ্য হইতে নির্গত হইয়া সমস্ত তরল

পদার্থের মধ্যে ছড়াইয়া পড়ে, তখন প্লেট সন্নিহিত এসিডের গাঢ়তা কমিয়া যায় ও ই, এম, এফ, ২ ভোল্টে পরিণত হয়। সুতরাং ব্যাটারিকে চার্জ করা শেষ হইবার সঙ্গে সঙ্গেই যদি উহাকে ডিসচার্জ করাইতে থাকা যায়, তাহা হইলে ৪১১ চিত্রে দর্শিত-ভাবে উহার ই, এম, এফ, ২'৪ ভোল্ট হইতে দ্রুত পতিত হইয়া ২ অপেক্ষা সামান্য অধিক ভোল্টে পরিণত হয় ও তখন অনেকগুলি পর্য্যন্ত ই, এম, এফ, সম্ভাব্য থাকিয়া (এই ই, এম, এফ, কে মোটামুটি ২ ভোল্ট ধরা যায়) ২ ভোল্ট অপেক্ষা কিছু কম হইলে অপেক্ষাকৃত অধিক হারে কমিয়া ১'৮ ভোল্টে পরিণত হয়। এই অবস্থায় ব্যাটারিকে পুনরায় চার্জ করিতে হয়। আর যদি ব্যাটারিকে চার্জ করিবার পর ঘণ্টা কয়েক ফেলিয়া রাখা যায় ও তৎপরে উহাকে ব্যবহার করা যায়, তাহা হইলে ৪১২ চিত্রে দর্শিতভাবে, প্রথম হইতেই উহার ই, এম, এফ, ২ অপেক্ষা সামান্য অধিক ভোল্ট (মোটামুটি ২ ভোল্ট) দৃষ্ট হয় এবং এই ই, এম, এফ, অনেকগুলি বজায় থাকে, অর্থাৎ অতি অল্প হারে কমিতে থাকে; এবং ই, এম, এফ, ২ অপেক্ষা কিছু কম ভোল্টে পরিণত হইলে—পূর্বের দ্বারা অপেক্ষাকৃত অধিক হারে কমিয়া ১'৮ ভোল্টে পরিণত হয়—তখন ইহাকে পুনরায় চার্জ করা বিধেয়। ১'৮ ভোল্টের পরেও ব্যাটারিকে ব্যবহার করিতে যাইলে ই, এম, এফ, অতি দ্রুত হ্রাস হইয়া শূন্যে পরিণত হয়।

**অল্টারনেটিং কারেন্ট দ্বারা ব্যাটারি চার্জিং**—আজকাল দেখিতে পাওয়া যায় অধিকাংশ বড় বড় সহরে ডাইরেক্ট কারেন্ট সাপ্লাই না হইয়া অল্টারনেটিং কারেন্ট সাপ্লাই হইতেছে। অতএব এই সকল স্থানে সারারূপে ভাবে ব্যাটারি চার্জ করা সম্ভবপর নহে। এইরূপ স্থলে আমাদের একটি এলুমিনিয়াম রেজিস্টার ব্যাটারির সহিত সিরিজে দিয়া কার্য সাধন করা কর্তব্য। ঐ রেজিস্টার

ফায়ারে চারিটি সেল আছে। প্রত্যেক সেলে একটি করিয়া সীসার পাত



ও একটি করিয়া এলুমিনিয়াম রড, এলুমিনিয়াম-ফসফেট (Aluminium Phosphate) সলিউ-সনে নিমজ্জিত আছে। এলুমিনিয়ামের আংশিক ধনাত্মকসারে ঐ ব্যাটারি যেন ইলেক্ট্রিক ভোল্টের কার্য করে। ঐ সেল কারেন্টকে এক দিক হইতে অপর দিকে

চিত্র—৪১৩

বাইতে দেয় কিন্তু যখন

কাবেন্টের গতি পরিবর্তন হয় তখন তাহার গতিরোধ করে। অতএব কারেন্টের গতি এক দিক হইতে ঠিক ডাইরেক্ট-কারেন্টের জ্বায় কার্য করিয়া ব্যাটারি চার্জ করে। ঐ রেজিস্টারের সহজেই প্রস্তুত করিতে পারা যায় এবং সাধারণ প্রাইমারী ব্যাটারির জ্বায় তিন চারি মাস অন্তর এলুমিনিয়াম রডটি বদল করিতে হয়। এলুমিনিয়াম ফসফেট 'ডিষ্টিল্ড' জলে গুলিতে হয়। এই উপায়ে যদি ব্যাটারি চার্জ করা হইতে থাকে তবে কারেন্টের অর্ধাংশ প্রায় নষ্ট হইয়া যায়। অধিক আকুমুলেটার চার্জ করিতে হইলে একটি অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর দ্বারা ভায়নামো চালাইলেই সুবিধা হয়। অধুনা ডাইরেক্ট এবং অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর-জেনারেটার এক সঙ্গেই প্রস্তুত হইতেছে, তাহাকে কনভার্টার (Converter) কহে। ঐ কনভার্টারের একদিকে প্লিন রিং, অপর দিকে কমিউটেটার স্থাপিত হয়। প্লিন রিংএর এক

দিকে অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে, কমিউটেটার হইতে ডাইরেক্ট কারেন্ট পাওয়া যায়। কোন কোন স্থলে 'মার্কারী ভেপার রেজিস্টার' ব্যবহৃত হয়। ৪১৩ চিত্রে অপর একটি অবলম্বন দর্শিত হইল—ইহাকে 'ট্যাংগার ব্যাটারি চার্জার' (Tungar Battery Charger) বলে। ইহা প্রধানতঃ তিনটি দ্রব্যে গঠিত—(১) একটি বা দুইটি বাব, (২) একটি ট্রান্সফর্মার এবং (৩) উহাদ্বয়কে ধারণ করিবার জন্য একটি ষ্টিলের বাস্ক।

**বাল্ব:**—বাল্বটিকে ইনক্যান্ডিসেন্ট আলোকের বাবের স্থায় দেখিতে, ইহার ফিলামেন্টটি অল্প ভোল্টেজের উপযুক্ত। ঐ ফিলামেন্ট ক্যাথোডের কার্য্য করে এবং একটি, বা কোনস্থলে দুইটি, কার্বন, এনোডের কার্য্য করে। বাবটী অতি নির্মল আর্গন (Argon) গ্যাস \* পূর্ণ। ফিলামেন্টটিতে শক্তি-দান করিলে ইলেকট্রোডবয়ের অন্তরা এই গ্যাসপূর্ণ স্থান অল্পবাহ্যাবিশিষ্ট বৈদ্যুতিক ভাস্কের স্থায় কার্য্য করে, কেবলমাত্র একদিকে—এনোড হইতে ক্যাথোডে—প্রবাহকে বহিতে দেয়। এই ভাবে ইহা হইতে একদিকে বহমান বা ডাইরেক্ট কারেন্ট পাওয়া যায়।

**ট্রান্সফর্মার:**—ইহার দ্বারা তিনটি কার্য্য সাধিত হয়, (১) ব্যাটারিতে যেরূপ ভোল্টেজ প্রয়োজন হয়, অলটার্ণেটিং কারেন্টের ভোল্টেজকে তাহাতে পরিণত করে, (২) ইহা ফিলামেন্টকে উত্তেজিত করিবার একটি পৃথক উপায়, (৩) ইহা ব্যাটারিকে সরবরাহ প্রবাহ হইতে রোধিত করিয়া রাখে। বৈদ্যুতিক অংশটি ষ্টিলের বাস্কটির মধ্যে থাকে।

**ব্যাটারি চার্জ করিবার পদ্ধতি (charging the battery):**—আকুমুলেটার চার্জ করিবার সময় প্রথমে দেখিতে হইবে কতটা প্রবাহ দ্বারা কতকাল চার্জ করিতে হইবে অর্থাৎ কি পরিমাণ প্রবাহ উহার মধ্য দিয়া কতকাল বহাইতে হইবে। ইহা ব্যাটারির চার্জিং

\* আর্গন একপ্রকার বায়বীয় এলিমেন্ট (element)। ইহা বায়ুতে দৃষ্ট হয়। বায়ুর প্রায় ১% এই গ্যাস।

কারেন্ট' (যে পরিমাণ প্রবাহ দ্বারা উহাকে চার্জ করিতে হইবে) ও উহার কেপাসিটি বা ক্ষমতা হইতে নির্ধারিত হয়। এই চার্জিং কারেন্ট ও কেপাসিটি প্রস্তুতকারক দ্বারা ব্যাটারি সহ উল্লেখিত হয়, যথা,—একটি ব্যাটারির চার্জিং কারেন্ট ৫ আম্প ও কেপাসিটি ২০০ আম্প-ঘণ্টা হইলে, যেহেতু আকুমুলেটরদিগের পারকতা বা 'এক্সিসিয়েন্সি' প্রায় ৮৫%, ২০০ আম্প-ঘণ্টা ব্যাটারির মধ্যে সঞ্চিত করিতে হইলে  $২০০ \div ৮৫ = ২৩৫$  আম্প-ঘণ্টা লাগিবে। অতএব ৫ আম্প প্রবাহ দ্বারা চার্জ করিলে,  $২৩৫ \div ৫ = ৪৭$  ঘণ্টাকাল ব্যাপিয়া চার্জ করিতে হইবে অর্থাৎ প্রায় দুইদিন লাগিবে। বলা বাহুল্য চার্জিং কারেন্ট অপেক্ষা অধিক প্রবাহ দ্বারা চার্জ করিলে আকুমুলেটর নষ্ট হইয়া যায়।

আকুমুলেটর চার্জ করিতে হইলে বাহির হইতে প্রবাহ উহার মধ্য দিয়া বহাইতে হয়, সুতরাং এই প্রবাহের ভোল্টেজ ব্যাটারির ই, এম, এফ, অপেক্ষা কম হইলে চলিবে না। ডিসচার্জ হইয়া গেলে সেল প্রতি আকুমুলেটরের ই, এম, এফ, ১.৮ ভোল্ট হয়, অতএব চার্জ করিবার প্রথমাবস্থায় সেল প্রতি অন্ততঃ ১.৮ ভোল্ট প্রযুক্ত হইলে তবে ব্যাটারি চার্জ হইতে আরম্ভ হইবে। কিয়ৎ পরিমাণে চার্জ হইলেই সেল প্রতি ব্যাটারির ই, এম, এফ, গড়ে প্রায় ২ ভোল্ট হয়, সুতরাং তখন চার্জ করিবার নিমিত্ত সেল প্রতি ২ ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হওয়া প্রয়োজন। চার্জ করা শেষ হইবার সময় সেল প্রতি ই, এম, এফ, প্রায় ২.২ ভোল্ট হয়, সুতরাং তখন সেল প্রতি ২.২ ভোল্ট চার্জ করিবার নিমিত্ত প্রয়োজন হয়।

সাধারণে যে সকল ব্যাটারি ব্যবহার করেন সেগুলি চার্জ করিতে হইলে, হয় কোন চার্জিং কোম্পানির নিকট হইতে চার্জ করিয়া লইতে হয়, আর যদি তাঁহারা বৈজ্ঞানিক শক্তির গ্রাহক হন তাহা হইলে ইচ্ছা করিলে নিজেদের সাপ্লাই যেন হইতেও চার্জ করিয়া লইতে পারেন। এই চার্জ করিবার প্রণালী নিম্নে একটি উদাহরণ দ্বারা বর্ণিত হইল।

ধরা। বাউক যেন সাপ্লাই মেনের প্রেসার ২২০ ভোল্ট, চার্জিং কারেন্ট ৫ আম্প এবং ৪টি সেল বিশিষ্ট একটি ও ৩টি সেল বিশিষ্ট একটি, এই দুইটি আকুমুলেটোর চার্জ করিতে হইবে। একসঙ্গে চার্জ করা মনস্থ করিলে উহাদিগকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া লইতে হইবে, অর্থাৎ একটির (+) পোল অপরটির (-) পোলের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে। তাহা হইলে একটির (-) ও অপরটির (+) পোল অসংযুক্ত। যেহেতু চার্জ করিবার সময় আকুমুলেটোরের মধ্যে (+) পাত হইতে (-) পাতে প্রবাহ বহাইতে হইবে (অর্থাৎ আকুমুলেটোর হইতে প্রবাহ লইবার সময় উহার মধ্যে যে দিকে প্রবাহ বহে তাহার বিপরীত দিকে), অতএব (+) পোলকে (+) মেন'এর ও (-) পোলকে (-) মেন'এর সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে, কিন্তু সোজা স্ক্রি একরূপ সরল সংযোজন চলিবে না, কারণ ব্যাটারি দ্বয়ে মোট ৭টি সেল আছে, সুতরাং প্রথমাবস্থায় তাহাদের মোট ই,এম,এফ,  $= 1.5 \times 9 = 12.5$  ভোল্ট, অতএব প্রযুক্ত (লাইন হইতে) ২২০ ভোল্টের ১২.৫ ভোল্ট ব্যাটারির ই,এম,এফ, হেতু নষ্ট হয় ও বাকী ২০৭.৪ ভোল্ট ব্যাটারিতে প্রযুক্ত হয়, এবং যেহেতু ব্যাটারির আভ্যন্তরিক বাধা প্রযুক্ত ভোল্ট অনুযায়ী অধিক নহে, প্রবাহ অত্যন্ত অধিক হইবে ও ব্যাটারি খারাপ হইয়া যাইবে। এই নিমিত্ত ব্যাটারির সহিত একরূপ কোন বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত করিতে হইবে যাহাতে প্রবাহ ৫ আম্প অপেক্ষা অধিক না হয়। ২২০ ভোল্টের কার্বন ফিলামেন্ট বাতি (lamp) দ্বারা ঐ কার্য সূচক ভাবে সাধিত হয়। তবে, একটি বাতি ব্যবহার করিলে প্রবাহ অতি অল্প হয়। এই নিমিত্ত প্যারালল ভাবে সংযুক্ত এতগুলি বাতি ব্যবহার করিতে হয় যাহাতে ৫ আম্প প্রবাহ হইতে পারে। যথা,—১৬ ক্যাণ্ডেল পাওয়ার বাতি ব্যবহার করিলে—(যেহেতু ইহাদিগের প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারে প্রায় ৩.৫ ওয়াট শক্তি প্রয়োজন হয়)—প্রত্যেক আলোর জগ ৩.৫ ওয়াট  $\times 16 =$  প্রায় ৫৫ ওয়াট শক্তি প্রয়োজন হইবে। যেহেতু ওয়াট = আম্প  $\times$



ভোল্ট, কারেন্ট =  $৫৫ \div ২২০ = .২৫$  আম্প। সুতরাং ৫ আম্প প্রবাহ পাইতে হইলে  $.২৫ = ২০$  টি আলোক প্যারালালে সংযুক্ত করিতে হইবে।

এই আলোকগুলির একটি টার্মিনাল ব্যাটারির (—) টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিয়া, ব্যাটারির (+) টার্মিনাল লাইনের (+) মেন'এর সহিত ও আলোকের অপর টার্মিনাল (—) মেনের সহিত সংযুক্ত করিলেই ব্যাটারি যথারীতি চার্জ হইতে থাকিবে। বলা বাহুল্য সংযোজনাদি সুইচের মধ্য দিয়া করা হয়।

দ্রষ্টব্য:—চার্জ করিবার প্রথমাবস্থায় ব্যাটারিঘর দ্বারা লাইনের চাপের বিরুদ্ধে প্রায় ১২ ইঞ্চি ভোল্ট চাপ প্রদত্ত হয়, সুতরাং ব্যাটারির মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিলে লাইনের ভোল্টেজ কমিয়া (২২০—১২ ইঞ্চি) ভোল্ট = ২০৭ ইঞ্চি ভোল্ট হয় এবং আলোক গুলিতে এই ২০৭ ইঞ্চি ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হয়। কিন্তু যেহেতু উহার ২২০ ভোল্টের উপযোগী, এই কিয়দল চাপ হেতু উহাদের জ্যোতিঃ কিছু হ্রাস হইবে। পরে ব্যাটারি কিছু চার্জ হইলে ব্যাটারিঘর দ্বারা  $৭ \times ২ = ১৪$  ভোল্ট চাপ প্রদত্ত হয়, সুতরাং আলোকগুলিতে  $২২০ - ১৪ = ২০৬$  ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হয় ও উহাদের জ্যোতিঃ অপেক্ষাকৃত হ্রাস পায়। এবং পূর্ণ মাত্রায় চার্জ হইয়া আসিলে ব্যাটারিঘর হইতে  $২২ \times ৭ = ১৫৪$  ভোল্ট চাপ প্রদত্ত হয় ও আলোক তখন  $২২০ - ১৫৪ = ২০৪$  ভোল্ট চাপ প্রাপ্ত হয়। সুতরাং জ্যোতিঃ আরও কমিয়া যায়। সেলের সংখ্যা, অধিক হইলে আলোকের প্রাপ্ত চাপ এরূপ কমিয়া যাইতে পারে যে হয়ত উহার মিলিট করিয়া জলিবে বা আলো জলিবে না।

এখন দেখা যাউক কত কাল ব্যাপিয়া চার্জ করিতে হইবে—  
ধরা যাউক যেন একটি ব্যাটারির ক্ষমতা ১২০ আম্প-ঘণ্টা, অপরটির ১৬০ আম্প-ঘণ্টা। তাহা হইলে ৫ আম্প প্রবাহ দ্বারা চার্জ করিতে একটিতে

$$\frac{১২০}{৫} \times \frac{১০০}{৮৫} = ২৮ \frac{১}{৪} \text{ ঘণ্টা ও অপরটিতে } \frac{১৬০}{৫} \times \frac{১০০}{৮৫} = ৩৭ \frac{৩}{৪}$$

ঘণ্টা লাগিবে। সুতরাং ২৮—২৯ ঘণ্টার মধ্যে পূর্ণ ব্যাটারিকে সরাইয়া লইতে হইবে ও দ্বিতীয় ব্যাটারিকে আলোকাদির সহিত সংযুক্ত রাখিয়া আরও প্রায় ১০ ঘণ্টা কাল চার্জ করিতে হইবে।

ব্যাটারি চার্জিং কোম্পানিগণ চার্জ করিবার নিমিত্ত বহুসংখ্যক ব্যাটারি পান। সুতরাং তাঁহারা উল্লিখিত প্রণালীমতে অর্থাৎ ব্যাটারির সহিত আলোক সংযুক্ত করিয়া বৃথা আলোকের মধ্যে শক্তি অপচয় করেন না, আলোকের পরিবর্তে ব্যাটারি ব্যবহার করিয়া সমস্ত শক্তি চার্জিং কার্যে নিযুক্ত করেন। ইহা উদাহরণ দ্বারা নিম্নে বর্ণিত হইল।

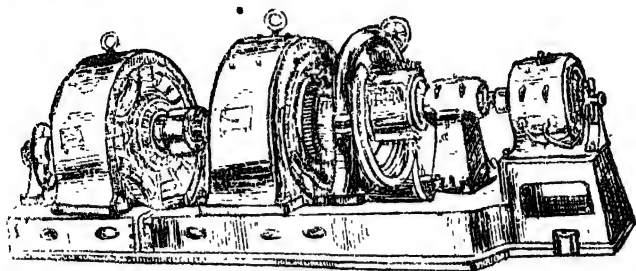
ধরা যাউক লাইনের চাপ ২২০ ভোল্ট ও প্রতি সেলের আভ্যন্তরিক বাধা গড়ে ১ ওম ও চার্জিং কারেন্ট ৫ আম্প।

সুতরাং ৫ আম্প প্রবাহ বহাইবার নিমিত্ত প্রতি সেলে  $১ \times ৫ = ৫$  ভোল্ট প্রয়োজন। এতদ্ব্যতীত, প্রথমাবস্থায় সেলের ই, এম, এফ, ১.৮ ভোল্ট, সুতরাং এই ই, এম, এফ, অতিক্রম করিবার নিমিত্ত ১.৮ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হইবে। অতএব প্রথমাবস্থায় সেলের মধ্য দিয়া ৫ আম্প প্রবাহ বহাইতে হইলে সেল প্রতি  $১.৮ + ৫ = ৬.৮$  ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হইবে। সুতরাং ২২০ ভোল্ট লাইনে প্রথমতঃ  $২২০ \div ৬.৮ =$  প্রায় ৩২ টী সেল একত্র সিরিজে সংযুক্ত করিয়া ব্যবহার করিতে হইবে। আবার, বেহেতু কিয়ৎ পরিমাণে চার্জ হইলে প্রতি সেলের ই, এম, এফ, ২ ভোল্ট হয়, এই অবস্থায় ৫ আম্প প্রবাহ বহাইতে হইলে সেল প্রতি  $২ + ৫ = ৭$  ভোল্ট প্রয়োজন হইবে। সুতরাং এই অবস্থায় উক্ত লাইনে  $২২০ \div ৭ = ৩১$  টী সেল সিরিজে সংযুক্ত থাকা প্রয়োজন। এবং চার্জ করা শেষ হইবার সময় প্রতি সেলের ই, এম, এফ, প্রায় ২.২৫ ভোল্ট হয়, সুতরাং তখন সেল প্রতি  $২.২৫ + ৫ = ৭.২৫$  ভোল্ট চাপ প্রয়োজন। অতএব এই অবস্থায় মোটে  $২২০ \div ৭.২৫ = ৩০$  টী সেল সিরিজে সংযুক্ত থাকিতে পারে। অতএব দেখা যাইতেছে উক্ত লাইনে প্রথমে ৩২টি সেল লইয়া আরম্ভ করিয়া, চার্জ হওয়া হেতু যেমন যেমন সেলগুলির ই, এম, এফ, বাড়িতে থাকে সেই মত এক ধার হইতে

সেলগুলির সংখ্যা ক্রমশঃ হ্রাস করিতে করিতে অবশেষে ৮০টি পর্য্যন্ত সেল রাখিতে হইবে। ৮০ হইতে ২৬—এই ১৬টি সেলকে ‘এণ্ড’ (end) সেল বলে। এই এণ্ড সেলগুলির সংখ্যা হ্রাস দ্বারা লাইনের ভোল্টেজকে চার্জ করিবার উপযোগী রাখা হয়। এই এণ্ড সেলের সংখ্যা হ্রাস বৃদ্ধির নিমিত্ত বিশেষ প্রকারের সুইচ ব্যবহৃত হয়, তাহাকে ব্যাটারি সুইচ (Battery Switch) বলে। ইহা পরে বর্ণিত হইয়াছে। পাওয়ার হাউসে সময় বিশেষে আকুমুলেটর হইতে শক্তি সরবরাহ করা হয়। ঐ আকুমুলেটর গুলি পাওয়ার হাউসেই চার্জ হইয়া থাকে। পাওয়ার হাউসে চার্জ করিবার প্রণালী অনেকটা চার্জ কোম্পানির মত। ব্যাটারি-গুলি সিরিজে সংযুক্ত হইয়া ‘বাস-বার’ (Bus Bar) হইতে চার্জ হয় এবং উহারা লাইনের সহিত প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত থাকে। বাস-বারের ভোল্টেজ ব্যাটারিগুলির পক্ষে অপ্রচুর হইলে ‘বুস্টার’ (Booster) দ্বারা তাহা প্রয়োজন মত বাড়াইয়া লইতে হয়। এবং সংযোজন পদ্ধতি এরূপ যে ডায়নামো মধ্যে উৎপাদিত শক্তি অপেক্ষা ‘চাহিদা’ (Demand) অল্প হইলে, উদ্ভূত শক্তি দ্বারা ব্যাটারিগুলি চার্জ হইতে থাকে এবং অল্পকালের জগ্ন ডায়নামো’র শক্তি অপেক্ষা চাহিদা অধিক হইলে ব্যাটারি-গুলি ডিসচার্জ হইয়া বাকী শক্তি যোগাইতে থাকে। যখন চাহিদা এত অল্প হয় যে ডায়নামো চালাইবার খরচা পোষায় না, তখন ডায়নামো বন্ধ করিয়া কেবল মাত্র ব্যাটারি গুলি হইতে শক্তি সরবরাহ করা হয়। এই প্রণালীতে দুইটি ব্যাটারি সুইচ প্রয়োজন হয়, একটি চার্জকালে এণ্ড সেলের সংখ্যা হ্রাস বৃদ্ধির নিমিত্ত, অপরটি ডিসচার্জকালে এণ্ড সেলের সংখ্যা হ্রাস বৃদ্ধির নিমিত্ত।

রিভার্সিবল বুস্টার (Reversible Booster) —শক্তি সরবরাহ কালে পাওয়ার হাউসে ডায়নামোর সহিত ব্যাটারি প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত রাখা হয়। ইহার উদ্দেশ্য লাইনে চাহিদা কম হইলে উদ্ভূত শক্তি দ্বারা ব্যাটারি চার্জ হইতে থাকে, আবার যখন চাহিদা উৎপাদকের ক্ষমতা অপেক্ষা অধিক হয় তখন ঐ চার্জড

ব্যাটারি ডায়নামোর সহিত মিলিত হইয়া উভয়ে শক্তি সর্ববরাহ করে। চার্জ করিবার কালে ডায়নামোর ভোল্টেজকে বর্দ্ধিত করিয়া চার্জ করিবার উপযোগী করি-



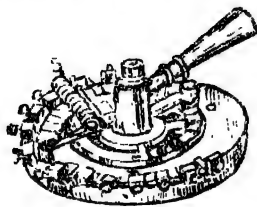
চিত্র—৪১৪

বার নিম্নিত ব্যাটারির সহিত সিরিজে 'বুষ্টার' নামক একটি অবলম্বন ব্যবহৃত হয়। ইহাকে চার্জিং বুষ্টার বলে। ইহা সচরাচর সাণ্ট মোটর দ্বারা চালিত একটি সাণ্ট ডায়নামো। মোটরটি উৎপাদকের প্রবাহ দ্বারা চালিত হইয়া ইহার নহিত আবদ্ধ সাণ্ট ডায়নামোর আর্মচারকে ঘুরাইয়া উহাতে ব্যাটারিকে চার্জ করিবার উপযোগী ভোল্টেজ উৎপন্ন করে। বলা বাহুল্য এই চার্জিং ডায়নামোটির রাজ্যকয়েল মোটরটির রাজ্যকয়েলের স্তায় প্রধান ডায়নামো বা উৎপাদকের প্রবাহ দ্বারাই উত্তেজিত হয়।

অনেক সময় যেমন, বৈদ্যুতিক ট্রাম ও রেল প্রভৃতি প্রণালীতে, এক এক সময় ভার অত্যন্ত অধিক হয়, অর্থাৎ খুব অধিক প্রবাহ প্রয়োজন হয়। এক্ষণে স্থলে ঐ অত্যধিক প্রবাহ সর্ববরাহ কালে ব্যাটারির ভোল্টেজও হ্রাস প্রাপ্ত হয়। সুতরাং এক্ষণে বুষ্টার প্রয়োজন হয় যাহা ব্যাটারির হ্রাস প্রাপ্ত ভোল্টেজকে পরিবর্দ্ধিত করে। ইহাকে রিভার্সিং বুষ্টার বলে। ইহা দুই দিকেই, অর্থাৎ ব্যাটারি চার্জ হইবার কালে এবং ব্যাটারি ডিসচার্জ হইবার কালে বুষ্টারের কার্য করে। ৪১৪ চিত্রে একটি অটোম্যাটিক রিভার্সিং বুষ্টার দর্শিত হইয়াছে—ইহা, যখন যে দিকে বুষ্টারের কার্য করিবার প্রয়োজন, আপনি আপনি সেই দিকে বুষ্টারের কার্য করে। ইহাতে একই বেড প্লেট্টে একটি মোটর, একটি বুষ্টার ও একটি এক্সাইটার বা উত্তেজক আবদ্ধ আছে। বুষ্টারের আর্মচার ব্যাটারির সহিত সিরিজে সংযুক্ত করা হয়। ইহাতে একটি 'একচুয়েটিং কয়েল' (actuating coil) ও স্প্রিংসহ একটি কার্বন রেগুলেটর আছে; ইহাদ্বারা বুষ্টারের দিক বিপরীত করা হয়। যখন জেনারেটরে অত্যধিক ভার প্রযুক্ত হয় তখন রেগুলেটর সাহায্যে এক্সাইটারের মধ্য দিয়া এক্ষণে দিকে প্রবাহ বহে যে তাহা বুষ্টারের রাজ্যকয়েলকে এক্ষণে দিকে উত্তেজিত করে যে ইহার ভোল্টেজ ব্যাটারির সহিত মিলিত হইয়া ব্যাটারিকে ডিসচার্জ হইতে অর্থাৎ প্রবাহ বোগাইতে সক্ষম করে এবং ব্যবস্থা এক্ষণে করা থাকে যে ব্যাটারির প্রবাহ ও

ডায়নামো সাধারণ অবস্থায় ধেরূপ প্রবাহ দেয়, ইহাদের সমষ্টি লাইনের চাহিদার সম্বিত সমান। আবার যদি লোড কম হয় অর্থাৎ চাহিদা অল্প হয় তাহা হইলে রেগুলেটর সাহায্যে এক্সাইটারের মধ্য দিয়া এরূপ দিকে প্রবাহ বচে যে উহা বৃষ্টোরের রাজ্যকয়েলকে এরূপদিকে উত্তেজিত করে যে তাহা ব্যাটারিকে চার্জ করিতে থাকে এবং তখন উৎপাদকের মধ্যে উৎপাদিত শক্তি লাইন ও ব্যাটারির মধ্য দিয়া প্রবাহিত শক্তি ধরয়ের সমষ্টি। যখন সাধারণ অবস্থায় ভার প্রযুক্ত থাকে তখন বৃষ্টোরের রাজ্যকয়েল উত্তেজিত হয় না—উৎপাদকের শক্তি লাইনে প্রযুক্ত হয়। অতএব দেখা যায় এরূপ প্রণালী দ্বারা উৎপাদক প্রায় একভাব ভার প্রাপ্ত হয়—তারের গ্লান্নাধিক্যতা রিভার্সিবল্ বৃষ্টোর সাহায্যে ব্যাটারি দ্বারা একভা বাঁজুত হয়।

**ব্যাটারি সুইচ :—**ব্যাটারি চার্জ করিবার সময় প্রয়োজন মত সেলের সংখ্যা হ্রাস বা বৃদ্ধি করিবার নিমিত্ত ৪১৫ চিত্র দর্শিত সুইচ ব্যবহৃত হয়। এই সুইচে অপরিচালক খণ্ডদ্বারা ব্যবহৃত কতকগুলি পরিচালক খণ্ড বৃত্তাকারে সজ্জিত আছে। লিভারের সহিত আবদ্ধ একটি কার্বন বুরুষ এই ধাতু খণ্ডকে স্পর্শ করে এবং ছাণ্ডেল দ্বারা এই লিভারকে ধুরাইয়া যে কোন ধাতু খণ্ডের উপর উক্ত বুরুষকে স্থাপিত করিতে পারা যায়। বুরুষটি একটি কার্বন খণ্ডে প্রস্তুত নহে, দুইটি কার্বন খণ্ডে প্রস্তুত এবং তাহাদের মধ্যে প্রধান বুরুষটি লিভারের সহিত আবদ্ধ, দ্বিতীয়টি প্রধান বুরুষের সাহিত একটি বাধা বিশিষ্ট



চিত্র—৪১৫

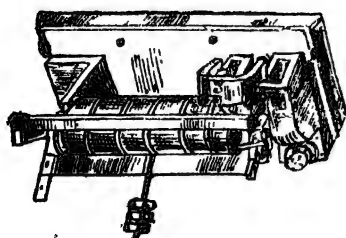
কয়েল দ্বারা আবদ্ধ। বুরুষটি একখণ্ড কার্বন দ্বারা প্রস্তুত হইলে (১) যদি উহা দুইটি সন্নিহিত ধাতুখণ্ডের ব্যবধান অপেক্ষা সরু হয়, তাহা হইলে একটি ধাতু খণ্ডকে ত্যাগ করিয়া পরবর্তী ধাতু খণ্ডে যাইবার সময় সংযোগের বিচ্ছেদ

ঘটিবে ও বিচ্ছেদ কালীন অগ্নিশুল্কি ঘটিবে, আর (২) যদি উহা ঐ ব্যবধান অপেক্ষা চওড়া হয়, তাহা হইলে একটি ধাতু খণ্ড হইতে পরবর্তী ধাতু খণ্ডে যাইবার প্রাক্কালে পর পর ধাতু খণ্ডে বুরুষ দ্বারা সংযুক্ত হইবে, ইহাতে সংযোগের বিচ্ছেদ ঘটে না বটে, কিন্তু ঐ ধাতু

খণ্ডদ্বয়ের মধ্যে সংযুক্ত সেল বা ব্যাটারির—ঐ বুরুষ দ্বারা সর্ট সার্কিট ঘটে ও সেল বা ব্যাটারি খারাপ হইয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে। এই নিমিত্ত কার্বন খণ্ডদ্বয় পরস্পরের সহিত বাধাদায়ক কয়েল দ্বারা সংযুক্ত। এই কার্বন খণ্ডদ্বয় পরস্পর হইতে এরূপ ব্যবধানে থাকে যে প্রধান কার্বনটি ধাতু খণ্ডের উপর থাকিলে অপরটি ধাতু খণ্ডদ্বয়ের ব্যবধানে অপরিচালক খণ্ডের উপর থাকে, অতএব প্রধানটি কোন ধাতুখণ্ডকে ত্যাগ করিবার পূর্বেই পরবর্তী ধাতু খণ্ড অপর কার্বন খণ্ড দ্বারা সংযুক্ত হয়, অথচ এই ধাতু খণ্ড দ্বয়ের মধ্যে (সুতরাং সেল বা ব্যাটারির) সর্ট সার্কিট ঘটিতে পারে না, কারণ তাহাদের মধ্যে ঐ বাধাদায়ক কয়েলটি আছে। স্থায়ী সংযোজন প্রধান কার্বন দ্বারা করা হয়, নচেৎ বাধাদায়ক কয়েলে শক্তির অপব্যয় হইবে।

**মিনিমাম কাট আউট (Minimum cut out) :**—

ডায়নামো ও আকুমুলেটর একসঙ্গে প্যারাললে কার্য্য করিতে থাকিলে সময় বিশেষে আকুমুলেটর হইতে প্রবাহ ডায়নামোর মধ্য দিয়া বহিতে পারে। যথা, ডায়নামোর চালক ইঞ্জিনের গতি হ্রাস হেতু ডায়নামোর ভোল্টেজ আকুমুলেটরের ভোল্টেজ অপেক্ষা অল্প হইলে আকুমুলেটর



চিত্র—৪১৬

হইতে প্রবাহ ডায়নামোর আমেচারের মধ্য দিয়া বহিবে, ডায়নামোটি মোটরে পরিণত হইবে ও ইঞ্জিনকে চালাইতে থাকিবে, ইঞ্জিনটি (মোটরের) ভার স্বরূপ হইবে। আকুমুলেটরের সহিত সার্ট ডায়নামো ব্যবহৃত হয় বলিয়া ডায়-

নামোর কোন ক্ষতি হইবার সম্ভাবনা থাকে না, কিন্তু ঐ প্রবাহ পরিমাণ অত্যধিক হইলে প্রবাহ জনিত উত্তাপ হেতু আকুমুলেটরটি নষ্ট

হইয়া যাইবার সম্ভাবনা থাকে। এই নিমিত্ত আকুমুলেটারের সহিত মিনিমাম-কাট-আস্ট ব্যবহৃত হয়। এই অবলম্বনের উদ্দেশ্য ডায়নামোর ভোল্টেজ হ্রাস হেতু আকুমুলেটার হইতে ডায়নামোতে প্রবাহ বহিবার কালে আকুমুলেটারকে ডায়নামো হইতে বিচ্ছেদ করিয়া দেওয়া। ইহাতে পাশাপাশি দুইটি পারদ আধার আছে, চিত্র—৪১৬, তাহাদের উপর দিকে একটি U আকৃতি ধাতুখণ্ড একপু ভাবে অবস্থিত যে পারদ আধার দ্বয় ধারক যন্ত্রের পশ্চাদংশটি উপর দিকে উঠিলে এই U আকৃতি ধাতুখণ্ডের শেষভাগদ্বয় পারদের মধ্যে নিমজ্জিত হইয়া আধার দ্বয়ের মধ্যে ধাতব সংযোজন ঘটায়। U আকৃতি ধাতুখণ্ডের মাঝখানে একটি চলনক্ষম লৌহের ‘লিভার’ আছে, লিভারটি নিম্নদিকে নির্গত হইয়া আছে। এই লিভারের সহিত একটি লৌহ ‘আকসেল’ ভূ-সমাস্তরাল ভাবে সংযুক্ত আছে ও আকসেলটির শেষ ভাগদ্বয় হইতে দুইটি ছোট লৌহখণ্ড পশ্চাদিকে নির্গত হইয়া আছে। এই ছোট লৌহখণ্ড দুইটি পিত্তল পাত দ্বারা সংযুক্ত ও ঐ পিত্তল পাত হইতে তার ঝুলান থাকে— এই তার দ্বারা যন্ত্রটির পশ্চাত্তাগ নিম্নদিকে টান পায়। আকসেলটি (লৌহ; একটি তাম্রভারের কয়েলের মধ্যে আবর্তিত থাকে। ঐ কয়েলের একটি মুখ অন্তর্বর্তী পারদ পাত্রের সহিত সংযুক্ত, অপর মুখটি একটি মেন টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত, দ্বিতীয় মেন টার্মিনাল (বহির্ভাগস্থ) পারদ পাত্রের সহিত সংযুক্ত। কয়েলটির মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিলে আকসেল ও তৎসংলগ্ন লৌহখণ্ডদ্বয় চুম্বকীভূত হইয়া, সমষ্টি একটি অশুষ্কাকার চুম্বকে পরিণত হয়। এই অবলম্বনটির একটি টার্মিনাল (বহির্ভাগস্থ পারদ পাত্রের সহিত সংযুক্ত) ডায়নামোর সহিত ও অপর টার্মিনাল আকুমুলেটারের সহিত সংযুক্ত হয়, সুতরাং বর্তমান অবস্থায় কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে পারে না (U আকৃতি ধাতুখণ্ড পাত্রদ্বয়ের পারদে নিমজ্জিত হয় নাই বলিয়া)। আকুমুলেটার চাক্ষু

করিতে হইলে ইহার ভোল্টেজ অপেক্ষা ডায়নামোর ভোল্টেজকে কিছু অধিক দাঁড় করাইতে হইবে ও পরে ঐ অবলম্বন হইতে ভার কিছু কিছু করিয়া তুলিয়া লইতে হইবে, যতক্ষণ না পারদ পাত্রদ্বয় উঠিয়া U আকৃতি ধাতুখণ্ড দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত হয়। এখন ডায়নামো হইতে প্রবাহ উহার টার্মিনাল হইতে বহির্ভাগস্থ পারদ পাত্র, তথা হইতে U আকৃতি ধাতুখণ্ড দিয়া অক্ষভাগস্থ পারদ পাত্রে, ইহা হইতে কয়েলের মধ্য দিয়া দ্বিতীয় টার্মিনাল ও আকুমুলেটারে প্রবাহিত হয়। সুতরাং আকসেল ও তৎসংযুক্ত লৌহ খণ্ডদ্বয় অক্ষক্ষুরাকার চুম্বকে পরিণত হয় এবং কোন নির্দিষ্ট পরিমাণেব প্রবাহ হইলে, উহার আকর্ষণ বল এত অধিক হয় যে ভারের টান অতিক্রম করিয়া চলনক্ষম পারদ-পাত্রদ্বয়ের আধার সহ অংশটিকে টানিয়া রাখে। পরে যদি কোন সময় ডায়নামোর ভোল্টেজ কমিয়া বাইতে থাকে, তাহা হইলে যখন ডায়নামোর ভোল্টেজ আকুমুলেটোরের ভোল্টেজের সহিত সমান হইবে, সেই সময় কোনরূপ প্রবাহ বহিতে পারিবে না ও কয়েলটি প্রবাহ শূন্য হওয়ায় বৈদ্যুতিক চুম্বকের চুম্বকত্ব চলিল যায়, সুতরাং উহা আর পারদ পাত্রের আধারকে টানিয়া রাখিতে পারে না। অতএব পারদ পাত্রদ্বয় ঐ আধার ভার দ্বারা নিম্নদিকে নামিয়া আসে, পারদ পাত্র দ্বয়ের মধ্যে সংযোগন বিচ্ছিন্ন হয় ও মার্কিট কাটিয়া যায়—ব্যাটারি ডিস্চার্জ হইবার আর আশঙ্কা থাকে না।

**ম্যাক্সিমাম-কাট-আউট (Maximum cut out) :—**

অত্যধিক প্রবাহ দ্বারা আকুমুলেটার বা অগ্রাগ্র বৈদ্যুতিক যন্ত্রাদি ধারাপ হইয়া যায় বলিয়া, এরূপ অবলম্বনের প্রয়োজন হয় যদ্বারা প্রবাহ কোন নির্দিষ্ট পরিমাণকে অতিক্রম কালে মার্কিট বা বৈদ্যুতিক পথ কাটিয়া যায়। ইহাকে ম্যাক্সিমাম-কাট আউট বলে। ইহার কার্য-প্রণালী ঠিক উল্লিখিত মিনিমাম-কাট আউটের প্রায়।

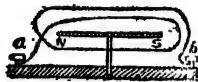


## বিংশ পরিচয়

### পরীক্ষক যন্ত্র (Testing Instruments)

গ্যালভানোস্কোপ (galvanoscope) :-

কোন পথে প্রবাহ বহিতেছে কিনা এবং উহা কোন্ দিকে বহিতেছে তাহা এই যন্ত্রের সাহায্যে মোটামুটি দেখিতে পাওয়া যায়। ইহাতে একটি রোধিত তারের কয়েল ও এই কয়েলের মধ্যে একটি সূচ-চুম্বক ঝুলানিত থাকে এবং কয়েলের শেষ ভাগদ্বয় দুইটি বন্ধন জুঁর সহিত আবদ্ধ থাকে। কোন পথে প্রবাহ বিদ্যমান কিনা দেখিতে হইলে ঐ পথের শেষভাগদ্বয় বন্ধন জুঁর দ্বয়ের সহিত (৪১৭ চিত্রে দ্রষ্টব্য) সংযুক্ত করিয়া ঐ কয়েলের মধ্য দিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পন্ন করিলে যদি



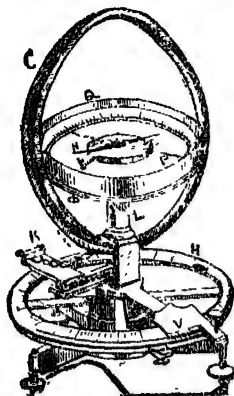
চিত্র-৪১৭

ইহা নিয়ম অনুসারে এই কয়েলের মধ্যে প্রবাহের দিক ও তাহা হইতে পথে প্রবাহের দিক পাওয়া যাইতে পারে। সচরাচর কয়েলটি যন্ত্রের অভ্যন্তরে থাকে। হেতু দৃষ্টিগোচর হয় না বলিয়া প্রথমতঃ কোন আইনারী সেল হইতে প্রবাহ দিয়া সূচের ঘূর্ণন দিক দেখিয়া লইয়া পরে পথের সহিত যোগ করিয়া, ঘূর্ণন হইতে প্রবাহের দিক নিরূপণ করা হয়। বলা বাহুল্য যে ঐ কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বেগ যত অধিক হইবে, উহার মধ্যে রাজ্যভেজ তত প্রখর হইবে। সুতরাং চুম্বকটি ততই অধিক পরিমাণে ঘুরিয়া যাইবে। অতএব যন্ত্রটিকে একটু ভালভাবে প্রস্তুত করিলে ইহা দ্বারা প্রবাহ বেগের পরিমাণ মাপা যাইতে পারে। এই ভালরূপে প্রস্তুত যন্ত্রটিকে গ্যালভানোমিটার বলে।

### গ্যালভানোমিটার (galvanometer) :-

ট্যানজেন্ট (Tangent) গ্যালভানোমিটার :- ইহাতে একটি বৃত্তাকার মোটা তাম্রতার বা কাষ্ঠের উপর জড়ান রোধিত তারের একটি কয়েল C খাড়া ভাবে আছে ও ঐ বৃত্তের কেন্দ্রে একটি ছোট সূচচুম্বক SN খাটান আছে। বৃত্তের ব্যাসের জুলনায় এই চুম্বকটি এত ছোট যে ইহার উপর কয়েলের রাজ্যভেজ সর্বত্র সমান ধরা যাইতে পারে। ঐ কয়েল বা তারের শেষভাগদ্বয় দুইটি বন্ধন জুঁর K সহিত সংযুক্ত এবং চুম্বকসূচের আড়দিকে হালকা এলুমিনিয়ামের একটি লম্বা কাঁটা P (Pointer) আছে

ও পয়েন্টারের ঠিক নিম্নেই ডিগ্রি চিহ্নিত একটি ভূ সমান্তরাল বৃত্ত H আছে। ইহার সাহায্যে পয়েন্টার যতটা ঘুরিতেছে তাহা দেখা হয়। যন্ত্রটিকে ব্যবহার করিবার সময়ে প্রথমে উহার কয়েলকে চুম্বক মিরিডিয়ানে



চিত্র—৪১৮

আনিতে হয়। তখন চুম্বক ও কয়েল একই তলে থাকিবে। তারপর ইহার কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ পাঠাইতে হয়। প্রবাহ বহিবার সময় সূচটি ঘুরিয়া যায়। সূচটি এখন দুইটি বলের অধীনে থাকে, একটি কয়েল দ্বারা উৎপাদিত চুম্বক রাজ্যের বল, এই বল কয়েলের তলে লম্বভাবে থাকে, এবং অপরটি ভূ-চুম্বকত্বের বল, ইহা কয়েলের তলে থাকে। সুতরাং সমকোণকারী এই চুম্বক বলদ্বয়ের অধীনে চুম্বক সূচটি উভাদের সমবদলি বলের দিকে অবস্থান করিবে। এই বলদ্বয়ের মধ্যে ভূচুম্বকত্বের বল অপরিবর্তনীয় এবং কয়েলের রাজ্যবল উহার মধ্যে বহমান প্রবাহের উপর নির্ভর করে, সেইজন্ত প্রবাহ পরিমাণ অধিক হইলে সূচটি অধিক ঘুরে। যদি  $\theta$  আমপেয়ার প্রবাহ হেতু কয়েলের তল হইতে সূচটি  $\alpha$  কোণ ঘুরিয়া যায় তৎকালে হইলে,  $C = 10 \cdot k \tan \alpha$ ,

সেইজন্ত ইহাকে ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার বলে।  $k$ —এই গ্যালভানোমিটারের রিডাকসান ফ্যাক্টর— $H \cdot \frac{r}{2\pi n}$ ;  $H$ —ভূচুম্বকত্বের রাজ্যবল ও  $\frac{r}{2\pi n}$ —কে গ্যালভানোমিটার কন্সট্যান্ট বলে।

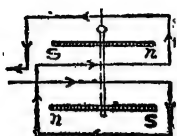
**সাইন (Sine) গ্যালভানোমিটার:**—ট্যানজেন্ট অথবা যে কোন গ্যালভানোমিটারের সূচ-চুম্বকটির উপর যদি সর্বত্র রাজ্যবল সমান হয় তাহা হইলে তাকে সাইন গ্যালভানোমিটার ভাবে

ব্যবহার করা যাইতে পারে—ইহাতে কেবলমাত্র কয়েলটিকে খাড়াভাবে ঘুরাইবার একটি ব্যবস্থা থাকা প্রয়োজন। ৪১৮ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে কিরূপে একটি ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটারকে সংশ্লিষ্ট গ্যালভানোমিটারে পরিণত করা হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে C খাড়া কয়েলের ফ্রেম L পায়ার সহিত আবদ্ধ এবং এই পায়টিও খাড়াভাবে ঘুরে। আরও দৃষ্ট হইবে L পায়ী হইতে একটি ভানের দ্বারা V ভূসমাংসাল ডিগ্রী (°) অঙ্কিত H বৃত্তের উপর আছে। ইহা হইতে কয়েলটিকে কতটা ঘুরান হইল তাহা দেখা হয়। কয়েলের তারের শেষভাগদ্বয় K চিহ্নিত স্থানে দুইটি বন্ধন স্ক্রু'র সহিত সংলগ্ন। আড়াদিকে P পয়েন্টার বিশিষ্ট SN চুম্বক সূচী ডিগ্রী অঙ্কিত Q বৃত্তের কেন্দ্রে খাটান আছে, যন্ত্রটিকে লেভেল করিবার জন্য স্ক্রু বিশিষ্ট তেপায়ার উপর ইহা আবদ্ধ। যন্ত্রটিকে ব্যবহার করিবার সময় প্রথমতঃ ইহাকে ঠিকমত লেভেল করিয়া কয়েলটিকে চুম্বক মেরিডিয়ানে অনিতে হয় ও তারপর প্রবাহ পাঠান হয়। চুম্বক সূচী ঘুরিয়া কোন একস্থানে স্থির হইবে। এখন কয়েলটিকে ক্রমশঃ চুম্বকসূচের দিকে ঘুরাইয়া লইয়া যাইতে হইবে যতক্ষণ না চুম্বক সূচী কয়েলের তলে আইসে। কয়েলটিকে কতটা ঘুরান হইল তাহা V ভানের দ্বারা সাহায্যে H বৃত্ত হইতে দেখিতে হইবে। কয়েলটি মেরিডিয়ান হইতে যতটা 'কোণ' ঘুরিয়াছে প্রবাহ বেগ তাহার সাইনের আনুপাতিক  $C = \frac{r}{2\pi} H \sin a$  (a—ঘূর্ণন কোণ)।

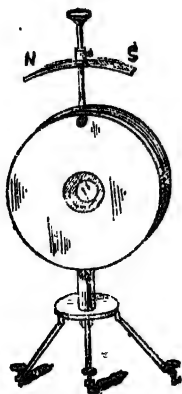
**সংশ্লিষ্ট গ্যালভানোমিটারঃ**—ইহা অনেকটা গ্যালভানোস্কোপের মত, কেবলমাত্র যন্ত্রটিকে 'সেনসিটিভ' (Sensitive) করিবার জন্য অর্থাৎ অল্প প্রবাহেও চুম্বকের ঘূর্ণন পাইবার জন্য (১) রাজ্যভেজ বাড়াইবার নিমিত্ত কয়েলে তারের পাকসংখ্যা অধিক হয় ও কয়েলটি ক্ষুদ্রাকার হয় (২) ভূ-চুম্বকত্বের ফল নষ্ট করিবার জন্য (ক) 'নোবিলির' এট্রাটিক পেয়ার ব্যবহার হয় অথবা (খ) 'হাউই' এর (Houoy)

উপায় অবলম্বন হয়—অর্থাৎ গ্যালভানোমিটারের নিকটে একটি দণ্ডচুম্বককে এরূপ ভাবে রাখা হয় যে ইহার ও ভূ-চুম্বকের রাজ্য উভয়ে মিলিয়া যে নাল পয়েন্ট (Null point) হয় তথায় যেন সূচ-চুম্বকটি থাকে, সুতরাং চুম্বক সূচের উপর ভূ-চুম্বকের ফল বিশেষ কিছু হয় না।

৪২০ চিত্রে একটি এস্টাটিক গ্যালভানোমিটার দর্শিত হইয়াছে। ইহার কয়েল দুইপ্রকারের হয়, ১। কয়েলটি একটি সূচকে ঘোরিয়া থাকে, ১৬৬ চিত্র, ২। কয়েলটি উভয় চুম্বক সূচকেই এরূপ ভাবে ঘিরিয়া থাকে যে উভয়কেই একই দিকে ঘুরায়, ৪১৯ চিত্র। এই



চিত্র—৪১৯



চিত্র—৪২০

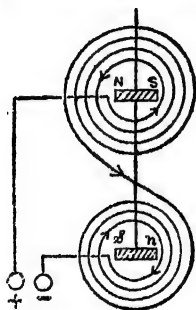
ও চুম্বক সঙ্গত কয়েলটি একটি কাঁচের ঢাকনা বিশিষ্ট পিস্তল নির্মিত বাক্সের মধ্যে থাকে এবং কয়েলটির বাধা কার্য্যাহুযায়ী ২০০০—

সূচ একটি পাকহীন সিল্ক তন্তু দ্বারা ঝুলান থাকে, এবং সূচের আড়দিকে একটি পয়েন্টার থাকে—ইহাই ডিগ্রী অঙ্কিত বৃত্তের উপর সূচের ঘূর্ণন নির্দেশ করে। কোন কোন স্থলে এই সিল্ক তন্তুর সহিত একটি ছোট আয়না আবদ্ধ থাকে।

কেলভিনের অিরাব (Kelvin's mirror) গ্যালভানোমিটার ৪২০ চিত্র দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে একটি চুম্বক বা চুম্বক ব্যাটারি ছোট 'ককুন' সিল্ক তন্তু দ্বারা ঝুলান থাকে। সেইজন্তু ইহা প্রায় ডেডবীট (Dead beat) হয় অর্থাৎ দোলে না, একেবারেই যতটা ঘুরিবার ততটা ঘুরিয়া সেইখানে থামিয়া যায়। ঐ তন্তুর সহিত একটি ছোট আয়না (Concave mirror) আবদ্ধ থাকে। আয়না

১০,০০০ ওম হয়। যন্ত্রটিকে সেন্সিটিভ করিবার জন্ত হাউই এর উপায় অবলম্বন করা হয়। সেইজন্ত চিত্রে দর্শিত ভাবে N-S বন্ধ চুম্বকটি ব্যবহার করা হয়। এই চুম্বককে উপর দীর্ঘের দিকে সরাইবার জন্ত একটি স্ক্রু বিশিষ্ট কলার আছে। এই চুম্বকটি যন্ত্রটিকে ডেডবীট করে। ইহাতে একের দশলক্ষাংশ ০০০০০১ আমপেয়ার প্রবাহ পর্য্যন্ত মাপা হয়।

**কেলভিনের অধিক বাধা বিশিষ্ট এস্টাটিক গ্যালভানোমিটার:**—ইহা অত্যন্ত সেন্সিটিভ। ইহাতে একের

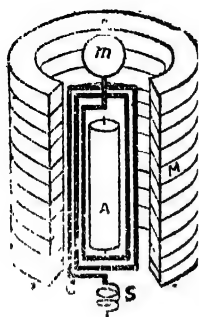


চিত্র—৪২১

দশকোটি অংশ আমপেয়ার প্রবাহ পর্য্যন্ত মাপা চলে। ইহার কয়েলের বাধা খুব অধিক। এবনাইট বাক্সের মধ্যে কার্যানুসারে প্রায় ৫০০০—১০০,০০০ ওম বাধা বিশিষ্ট চারিটি কয়েল থাকে। উপরে পাশাপাশি দুইটি কয়েল থাকে তাহাদের মধ্যে এস্টাটিক পেয়ারের একটি চুম্বক থাকে, (৪২১ চিত্রে ইহা একটি কয়েল দ্বারা দর্শিত হইয়াছে), ও নিম্নে পাশাপাশি দুইটি কয়েল থাকে ঐ চিত্রে তাহা একটি কয়েল দ্বারা দর্শিত হইয়াছে, ইহাদের মধ্যে এস্টাটিক পেয়ারের অপর চুম্বকটি থাকে এবং ঐ এস্টাটিক পেয়ারের সহিত একটি ক্ষুদ্র আয়না থাকে। ইহা কাঁচের ঢাকনা বিশিষ্ট পিস্তল নির্মিত বাক্সের মধ্যে থাকে।

**চলিত কয়েল (Moving Coil) বা কয়েল ঘূর্ণনশীল গ্যালভানোমিটার:**—উপরে যে সমস্ত গ্যালভানোমিটার বর্ণিত হইল তাহাদের চুম্বক রাজ্য উৎপাদক কয়েলগুলি স্থির থাকে, চুম্বক ঘোরে। এখন যে গ্যালভানোমিটার বর্ণিত হইবে তাহাতে চুম্বকটি স্থির থাকে, স্তভরাং কয়েল ঘোরে। এই কয়েল তার দ্বারা বুলান থাকে

এবং ঐ তারে কোন পয়েন্টার বা আয়না আবদ্ধ থাকে। ৪২২ চিত্রে ‘ডিপ্রেজ’ ও ‘ডি-আর্সনভাল্’ (Despretz and D’ Arsonval) এর কয়েল ঘূর্ণনশীল গ্যালভানোমিটার খুলিয়া দেখান হইয়াছে। ইহাতে



চিত্র—৪২২

একটি অশু ক্ষুরাকৃতি চুম্বক আছে। এই চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে একটি বার্ষিক রোধিত তারের কয়েল তার দ্বারা ঝুলান আছে ও নিম্নে কয়েলটি S স্প্রিং দ্বারা আবদ্ধ। ঐ তারটি কয়েলের একশেষভাগের সহিত ও স্প্রিংটি কয়েলের অপর শেষভাগের সহিত সংযুক্ত, সুতরাং ইহাদের মধ্য দিয়া কয়েলের মধ্যে প্রবাহ পাঠান হয়। কয়েলের মধ্যে একখণ্ড নরম লৌহ A আছে। ইহার দ্বারা কয়েলের মধ্যে রাজ্যভেজের প্রাথম্য বৃদ্ধি পায়। প্রবাহ পাঠাইলে কয়েলটি ঘুরিয়া যায়। ইহার ঘূর্ণন দিক ক্লেমিংএর ‘বাম হস্ত নিয়মাবলম্বী’ হয়, কয়েলটি ঘুরিলেই উহা যে তার দ্বারা ঝুলান তাহা পাকাইয়া যায়, অর্থাৎ তাহাতে ‘টর্সান’ (Torsion) হয়। এই পাক বা টর্সান হেতু কয়েলটি কোন নির্দিষ্ট স্থানে স্থির হয়, এই যন্ত্রটি ডেডবীট। এবং

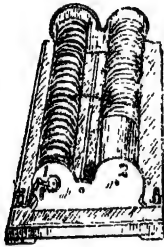
ত  $C = G \cos a$ , সুতরাং যদি ঘূর্ণন খুব কম হয়, তাহা হইলে—

যেহেতু  $a = \sin a$ ,  $C = G \tan a$  অর্থাৎ  $C = G \times a$

ঘূর্ণনশীল কয়েল গ্যালভানোমিটারের মধ্যে “আয়টন” ও “ম্যাথার” (Ayrton and Mather) কৃত যন্ত্রটি খুব আধুনিক। ইহার স্বায়ী অশু-ক্ষুরাকৃতি চুম্বকটি প্রায় চোঙ্গের মত, কেবলমাত্র একস্থানে একটু ফাঁক আছে। ঐ ফাঁকের মধ্যে লম্বা, সরু, চতুষ্কোণ কয়েলটি একটি রোপ্য নলের মধ্যে ঝুলে এবং এই কয়েলকে কার্যাবলম্বী বদলান যায় ও বিভিন্ন

বাধা বিশিষ্ট (যথা ৩, ১৪, ২৫, ৩২৫ ওম) কয়েল ইহার জন্ত প্রস্তুত হয়। ইহার কয়েলের মধ্যে কোন নরম লৌহ থাকে না।

**বলিষ্টিক গ্যালভানোমিটার (Ballistic Galvanometer) :**—ইহার দ্বারা খুব ক্ষণস্থায়ী প্রবাহ, যথা, কপোলার ডিসচার্জ ইহার কালে যে প্রবাহ তাহা মাপা হয়। ইহা ঘূর্ণনশীল কয়েল অথবা ঘূর্ণনশীল চুম্বক উভয় একারের হইতে পারে। এই ঘূর্ণনশীল অংশটির 'মোমেন্ট অফ ইনার্সিয়া' (Moment of Inertia) অধিক হওয়া প্রয়োজন। অর্থাৎ ইহা ভারী হওয়া চাই, যাহাতে ইহা ঘুরিতে আরম্ভ করিবার পূর্বেই যেন কপোলার ডিসচার্জ ইহা ঘায়। ইহাতে যদি প্রবাহিত বিদ্যুৎ পরিমাণ হয়  $Q$ ,  $a$  = ঘূর্ণন কোণ,  $C$  = প্রবাহ যদ্বারা একক কোণ ঘূর্ণন হয় ;  $T$  = সোলনের সময় (time period) ও  $K$  = Correction factor তাহা হইলে,  $Q = \frac{T}{2\pi} CKa$ .



চিত্র—৪২৩

**বাধা পরিমাপ:** হোয়েটেস্টোন রি-

**অষ্ট্যাট (Wheatstone Rheostat) :**—যে যন্ত্র

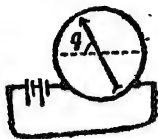
দ্বারা, উহাকে না খুলিয়া, কোন পথের বাধাকে পরিবর্তিত করা যায় তাহাকে রিঅষ্ট্যাট বলে। হোয়েটেস্টোন কৃত রিঅষ্ট্যাট ৪২৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

ইহাতে সমান্তরাল ভাবে দুইটি চোঙ্গ আছে। তন্মধ্যে ১ পিস্তলের ও ২ কাঠের এবং ২টিতে তার জড়াইবার জন্ত প্যাচের মত খাঁজ কাটা আছে। ২ এর উপর তার এই খাঁজে খাঁজে জড়াইয়া যায়, সুতরাং ইহার ফাঁসগুলি পরস্পর হইতে রোধিত থাকে, কিন্তু ১ এর উপর তারের ফাঁসগুলি পিস্তলকে স্পর্শ করিয়া থাকে, সুতরাং ইহার তারগুলি সার্কিটেড। ২ কয়েলের শেষভাগ একটি ধাতব চাকতিকে স্পর্শ করিয়া থাকে, এই ধাতব চাকতিটি ডানদিকের বন্ধন স্ক্রু'র সহিত সংলগ্ন, আর পিস্তল চোঙ্গটি বামদিকের বন্ধন স্ক্রু'র সহিত স্প্রিং দ্বারা সংলগ্ন। তারের অপর শেষভাগটি চোঙ্গের সহিত সংলগ্ন। বাম বন্ধন স্ক্রু হইতে ঐ তারের মধ্য দিয়া যে প্রবাহ প্রবাহিত হইবে তাহা ২ কাঠ চোঙ্গের ফাঁসগুলির মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবে। সুতরাং এই কয়েল জুলির বাধা ইহার মধ্যে পড়ে, কিন্তু চোঙ্গের তারে যাইলে উহার চোঙ্গটির মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয় সুতরাং ১ এর ফাঁসগুলি বাধা দেয় না। ফাঙেলটির সাহায্যে ২ চোঙ্গকে ঘুরাইতে পারা যায় ও এইভাবে ইহাতে ফাঁসের সংখ্যা কম বেশী করা যায়। বাধা হিসাব করিবার জন্ত ২ চোঙ্গের অপর বহির্শেষভাগে দুইটি পরমেন্টার বিশিষ্ট একটি অঙ্কিত বৃত্ত আছে, তাহাতে একটি পরমেন্টার দ্বারা কুট ও অপরটির দ্বারা ইঞ্চি দর্শিত হয়।

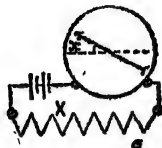
এই রিঅষ্ট্যাটের দ্বারা দুই প্রণালীতে বাধা মাপা যায়—১। সাবস্টি-টিউশন (Substitution) ২। কমপ্যারিজন (Comparison)।

সাবষ্টিটিউশান প্রণালী—যাহার বাধা মাপিতে হইবে তাহাকে একটি ব্যাটারির সহিত যে কোন গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া ৪২৫ চিত্রে দর্শিত ভাবে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া গ্যালভানোমিটারের সূচ কতটা ঘোরে দেখিতে হইবে। পরে ঐ স্থানে রিঅষ্ট্যাট ব্যবহার করিয়া দেখিতে হইবে ইহার দ্বারা কতটা বাধা প্রদত্ত হইলে গ্যালভানোমিটার সূচের পূর্বের সমান ঘূর্ণন হয়। রিঅষ্ট্যাটের এই বাধা পূর্বের বাধার সহিত সমান।

কমপ্যারিজান প্রণালী :—ইহাতে একটি ট্যানজেন্ট গ্যালভানোমিটার ব্যবহার হয়। ধরা বাউক যেন গ্যালভানোমিটার সমেত বৈদ্যুতিক পথের



চিত্র—৪২৪



চিত্র—৪২৫

বাধা =  $G$ , অজানিত বা পরিমাপ্য বাধা =  $X$ , এবং একটি জানিত বাধা =  $R$ , এখন ব্যাটারিকে কেবলমাত্র গ্যালভানোমিটারের সহিত সংযুক্ত করিলে যদি চুম্বক সূচ  $g$  'কোণ' ঘোরে চিত্র ৪২৪, পরে ব্যাটারি ও গ্যালভানোমিটারের মধ্যে অজানিত বাধাটিকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া (চিত্র ৪২৫) যদি ঘূর্ণন হয়  $x$  এবং  $X$  এর পরিবর্তে ঐ স্থানে জানিত  $R$  বাধাকে ব্যবহার করিলে ঘূর্ণন যদি হয়  $r$  তাহা হইলে, যেহেতু—

(১) ঘূর্ণন কোণের 'ট্যানজেন্ট' প্রবাহের আত্মপতিক, অর্থাৎ  $C \propto \tan \theta$

এবং (২) প্রবাহ বাধার বিরূপ অনুপাতে হয়— $C \propto \frac{1}{G}$

$$\therefore \frac{1}{G} \propto \tan g \quad \text{বা} \quad G \propto \cot g.$$

$$\frac{1}{G+X} \propto \tan x \quad \text{বা} \quad G+X \propto \cot x$$

$$9 \quad \frac{1}{G+R} \propto \tan r \quad \text{বা} \quad G+R \propto \cot r$$



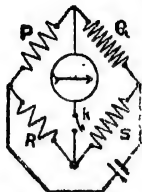
$$X \propto \cot x - \cot g.$$

$$R \propto \cot r - \cot g$$

$$\text{বা } \frac{X}{R} = \frac{\cot x - \cot g}{\cot r - \cot g}$$

গ্যালভানোমিটার সমেত বাধা খুব অল্প হইলে  $\frac{X}{R} = \frac{\cot x}{\cot r}$

**নাল(Null)প্রণালী :—**এই প্রণালীতে গ্যালভানোমিটার সূচের



ঘূর্ণন হইবে না। ইহা ৪২৬ চিত্র দেখিলেই বুঝা যাইবে ইহাতে অজ্ঞানিত বাধাটি ছাড়া তিনটি জ্ঞানিত বাধা প্রয়োজন হয় ও এই বাধা চারিটিকে চিত্রে দর্শিত ভাবে প্যারাললে সংযুক্ত দুইটি শাখাপথে পরিণত করিতে হয়। ইহাতে দৃষ্ট হইবে প্রত্যেক পথে

চিত্র—৪২৬ দুইটি করিয়া বাধা সিরিজে সংযুক্ত আছে—এই পথের

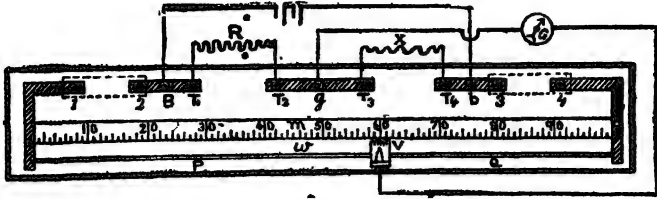
বাধাধয়ের সংযোগস্থল গ্যালভানোমিটারের সহিত সংযুক্ত। সুতরাং যদি গ্যালভানোমিটার সূচের ঘূর্ণন না হয়, তাহা হইলে গ্যালভানোমিটারের মধ্যে দিয়া সংযুক্ত বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, নাই। অর্থাৎ ইহাদের পোটেনস্যাল সমান। অতএব দেখা যাইতেছে Pএ পোটেনস্যাল পতন = Rএ পোটেনস্যাল পতন, এবং Qএ পোটেনস্যাল পতন = Sএ পোটেনস্যাল পতন। কিন্তু বাধার অনুপাতে পোটেনস্যাল পতন হয়, সুতরাং

$$\frac{R}{S} = \frac{P}{Q} \text{ বা } R = S \times \frac{P}{Q}$$

এই প্রণালী অনুযায়ী হোয়েটস্টোন মিটার ব্রিজ এবং পোট অফিস বক্স বা রেজিস্ট্যান্স কয়েল দ্বারা বাধা পরিমিত হয়।

**হোয়েটস্টোন ব্রিজ :—**ইহার গঠন ৪২৭ চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে মোটামুটি বন্ধন ক্রু সংযুক্ত তিনটি তার পাত B, g, b, থাকে। যদি b ও g এর মধ্যে X অজ্ঞানিত বাধাকে দেওয়া যায় তাহা হইলে g ও Bএর মধ্যে একটি জ্ঞানিত বাধা R দিতে হইবে। আর দৃষ্ট হইবে b ও B একটি সরল তার দ্বারা সংযুক্ত। এই তারটির

এ একটি মিটার স্কেল আছে ও তারটি সচরাচর ১ মিটার লম্বা হয়। পরিমাপ্য ও

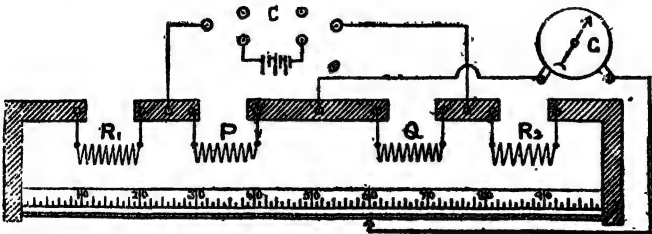


চিত্র—৪২৭

জানিত বাধার সংযোগ স্থান অর্থাৎ  $g$  কে গ্যালভানোমিটারের একটি বন্ধন জুঁর সহিত সংযোগ করিতে হয়। পরে  $b$  কে ব্যাটারির এক পোল এবং  $B$  কে অপর পোলের সহিত সংযুক্ত করিয়া গ্যালভানোমিটারের অপর বন্ধন জুঁ হইতে একটি তার লইয়া  $w$  তারের কোন স্থানে স্পর্শ করাইলে সাধারণতঃ উহার মধ্য দিয়া প্রবাহ যাওয়া হেতু গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হইবে। এখন ঐ  $w$  তারের বিভিন্ন স্থান স্পর্শ করিতে করিতে এমন একটি স্থান বাহির করিতে হইবে যেখানে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হয় না। ধরা যাক যেন  $V$  সেই স্থান। চিত্রটিতে বেক্রপভাবে অক্ষর সাজান হইলো তহাতে পূর্ববর্তী চিত্র অনুযায়ী

$$\frac{X}{R} = \frac{Q}{P} \text{ অংশের বাধা } \text{দৈর্ঘ্য } Q \text{ অতএব } X = R \frac{Q}{P} \times$$

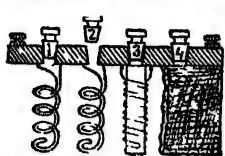
যদি  $Q = ৬০$  সেমি, তাহা হইলে  $P = ৪০$  সেমি, এবং  $R = ১০$  ওম হইলে,  
 $X = ১০ \times \frac{৬০}{৪০} = ১৫$  ওম।  $P$  ও  $Q$  এর মাপ ঐ মিটার স্কেল হইতে দৃষ্ট হয়।



চিত্র—৪২৮

বিদ্যুৎজনিত উত্তাপ (Thermo-electric effect), উত্তরদিকের ধাতুখণ্ডগুলির অসমান বাধা, প্রভৃতি হেতু তুল সংঘটন রদ করিয়া নির্ভুলভাবে পরীক্ষা সাধন করিতে হইলে ৪২৮ চিত্রমত একটি রিভার্সিং-কী  $C$  (Reversing key) ব্যবহার করিতে হয়।

পোট অফিস বায় প্রণালী :—ইহা অবিকল মিটার ব্রিজ প্রণালীর মত। মিটার ব্রিজের ৩টি জানিত বাধার মধ্যে একটি R ও বাকী দুইটিকে বিভক্ত করিয়া পাওয়া যায়। ইহাতে কিন্তু সকল প্রকার বাধাগুলি দেওয়া থাকে। বাহ্যতে সেলফ



চিত্র ৪২৯

ইণ্ডাকশন না হয় সে-জন্য এই বাধা কয়েলগুলি নন ইণ্ডাকটিভ ভাবে জড়াইয়া প্রস্তুত। এই নন ইণ্ডাকটিভ কয়েলগুলি এক শেষভাগ পব পব সম্ভ্রুত এক একটি ধাতু খণ্ডের সহিত সংযুক্ত এবং ঐ ধাতুখণ্ড চাবি (key) দ্বারা একটি পরবর্ত্তীর সহিত সংযুক্ত ৪২৯ চিত্র। কোন চাবি তুলিয়া লইলে প্রবাহকে ঐ কয়েলের মধ্যে দিয়া প্রবাহিত হইতে হয়, সুতরাং ঐ কয়েলের বাধা ঐ পথে প্রযুক্ত হয়, কিন্তু চাবি লাগান থাকিলে ধাতুখণ্ড দিয়াই প্রবাহ বহিয়া যায়, সুতরাং কোন বাধাই প্রযুক্ত হয় না। এই কয়েলগুলিকে দৃঢ় করিবার জন্য গালা গালাইয়া ঐ কয়েল বায়ের মধ্যে ঢালা থাকে, ও এই কয়েলগুলি ঐ গালায় মধ্যে থাকে কয়েলগুলির পবস্পর্বে মধ্যে সংযোজন



চিত্র—৪৩০

৪৩০ চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে অক্ষর গুলি ৪২৭ চিত্রের স্থায় সাজান রহিয়াছে P ও Q কে বেসিঙতাম (Ratio arm) বলে, ইহাদের প্রত্যেকটিতে তিনটি করিয়া বাধা কয়েল ১০, ১০০, ১০০০ ওম আছে। R কে বিঅষ্ট্যাট বলে, ইহাতে অনেকগুলি কয়েল আছে এবং ইহার বাধাকে ১ হইতে ১০০০০

ওম পর্যন্ত করা যায়। \ অজানিত বাধা। ইহার ব্যবহার পদ্ধতি নিম্ন উদাহরণ হইতে সহজে বুঝা যাইবে।

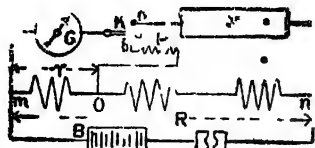
(১) চাবি তুলিয়া P এর বাধা করা হইল ১০ ওম ও Q এবও বাধা করা হইল ১০ ওম, সুতরাং যেহেতু  $P/Q = R/X$  হইবে। এখন R হইতে ৫ ওম এর চাবি তুলিয়া দেখা গেল গ্যালভানোমিটার ডান দিকে ঘুরে। কিন্তু ৬ ওম বাধা হইলে বামদিকে ঘোবে, অতএব X এর বাধা ৫—৬ ওম এর মধ্যে।

(২) এখন P কে করা হইল ১০০ ও Q কে ১০ ওম, সুতরাং R ৫০—৬০ ওম এর মধ্যে, দেখা গেল R ৫৬ ওম হইলে বর্ধন ডানদিকে আব ৫৭ ওম হইলে বাম দিকে, সুতরাং X ৫৬—৫৭ ওম এর মধ্যে।

(৩) এখন P কে ১০০০ ও Q কে ১০ ওম করা হইল, সুতরাং R ৫৬০—৫৭০ ওম এর মধ্যে হইবে। কিন্তু দেখা গেল R ৫৬৪ ওম হইলে গ্যালভানোমিটারের বর্ধন হয় না। সুতরাং  $X = ৫৬৪$  ওম।

গুরুবাধা (High resistance) পরিমাপ (ল্যাব-

রেটারী প্রণালী) :—মিটার ব্রিজ দ্বারা গোঁগোম পরিমিত



চিত্র ৪৩১

বাধা মাপা যায় না। ল্যাবরেটরীতে যে প্রণালী অবলম্বন করা হয় তাহা ৪৩১ দ্বিধে দেখান হইয়াছে। ইহাতে G একটি অধিক বাধা বিশিষ্ট গ্যালভানোমিটার, R একটি প্রায়

১০০০০ ওম বাধা, ইহা কতকগুলি বাধাকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া প্রস্তুত, x গুরুবাধা বাহাকে মাপিতে হইলে, P একটি জানিত বাধা, B একটি ব্যাটারি, ও k একটি ভালরূপে রোধিত চাবি, ইহাকে a অথবা b উভয়ের সহিত সংযুক্ত করা যায়। k কে a এব সহিত স্পর্শ করাইয়া গ্যালভানোমিটারের স্বর্ণ X<sub>১</sub> দেখিতে হইবে। পরে k কে b এব সহিত স্পর্শ করাইলে x বাধা সার্কিট হইতে বাতিল হইয়া, জানিত বাধা P এর মধ্য দিয়া পথ সম্পূর্ণ হয়। এখন R কে (দরকার হইলে P কেও) একরূপভাবে ঠিক করিতে হইবে যে এখন গ্যালভানোমিটারের যে স্বর্ণ হইবে p তাহা যেন পরিমাণে প্রায় X<sub>১</sub> এর মত হয়। অতএব যদি m ও n এর মধ্যে পি, ডি, হয় E এবং m O এর মধ্যে পি, ডি, হয় e এবং প্রথমবারে গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়া প্রবাহ হয় C ও দ্বিতীয়বারে c, তাহা হইলে  $C = \frac{E}{G+x}$  এবং  $c = \frac{e}{G+x}$

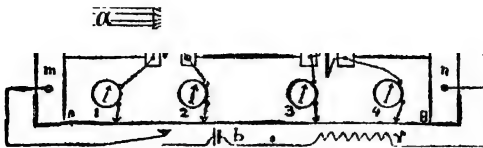
$$\text{অর্থাৎ } \frac{C}{c} = \frac{E}{e} \times \frac{G+x}{G+x} \quad \text{অর্থাৎ } \frac{X_1}{p} = \frac{R}{r} \times \frac{G+x}{G+x}$$

ইহাতে x বাদে বাকী সবগুলি জানিত।

**লঘুবাধা (Low resistance) পরিমাপ :**—মোটর

বা ডায়নামো আশ্রয়ের কয়েল প্রভৃতির জায় অল্প বাধা ৪৩২ চিত্রে দর্শিত প্রণালীতে মাপা যায়। ইহাতে A B একটি অল্প বাধা বিশিষ্ট সমস্থল ট্যাণ্ডার্ড তাব m ও n মোটা ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত

এবং  $m$  ও  $n$  এর বন্ধন স্কুর দ্বারা ইহা ব্যাটারি  $b$  ও রিঅক্ট্যান্স  $r$  এর সহিত সিরিজে সংযুক্ত (চাবির মধ্য দিয়া)। পরিমাপ্য



চিত্র—৪৩২

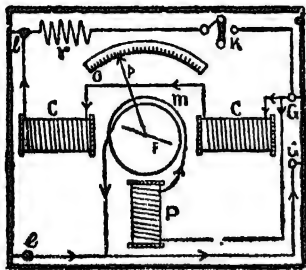
বাধা  $a$  (আর্স্বেচারের) ও প্রায় ঐ পরিমিত একটি জানিত বাধা  $R$  খাতুখণ্ডের (  $m$  ও  $n$  ) সহিত চিত্রে দর্শিত ভাবে সিরিজে সংযুক্ত। সুতরাং ব্যাটারির সহিত ইহার ও তার  $A B$  প্যারাললে সংযুক্ত। বলা বাহুল্য আর্স্বেচারের কোন ফাঁদ বা কয়েল হইলে ইহাকে আর্স্বেচার হইতে ঝাল খুলিয়া বাহির করিয়া লইয়া ইহার দুই শেষভাগ ঐ ভাবে সংযোগ করা হয়। একটি খুব প্রবণ ( Sensitive ) গ্যালভানোমিটারের একটি টার্মিনালকে পরিমাপ্য বাধার এক শেষভাগের সহিত সংযুক্ত করিয়া উহার অপর টার্মিনাল হইতে তার লইয়া  $A B$  এর বিভিন্ন স্থানে স্পর্শ করাইয়া এমন একটি স্থান ১ বাহির করিতে হয় যেখানে গ্যালভানোমিটারের সূচনু হয় না। ঠিক এইভাবে গ্যালভানোমিটারকে উহার অপর শেষভাগের সহিত সংযুক্ত করিয়া  $A B$  তারের উপর ২ বিন্দু এবং  $R$  বাধার শেষভাগের সহিত ক্রমান্বয়ে সংযোগ করিয়া ৩ ও ৪ বিন্দু নিরূপণ করা হয়। ইহা চিত্রে ১-২-৩-৪ দ্বারা দর্শিত হইয়াছে। অতএব ইহা হইতে স্পষ্ট দেখা যায়—  
 $a$  এর শেষভাগের মধ্যে পি, ডি, = ১ ও ২ এর মধ্যে পি, ডি, এবং  $R$ ..... = ৩ ও ৪.....

অতএব  $\frac{a \text{ শেষভাগের পি, ডি,}}{R \text{.....}} = \frac{১ \text{ ও } ২ \text{ এর মধ্যে পি, ডি,}}{৩ \text{ ও } ৪ \text{.....}}$

সুতরাং যদি  $a$  ও  $R$  এবং মধ্য দিয়া প্রবাহ হয়  $C$  ও  $A B$  তারের প্রবাহ হয়  $c$  তাহা হইলে

$$\frac{C \times a \text{ এর বাধা}}{C \times R \text{ এর বাধা}} = \frac{c \times (1-2) \text{ তারের বাধা}}{c \times (3-4) \dots\dots\dots}$$

$$\text{বা } a \text{ এর বাধা} = R \times \frac{1-2 \text{ দৈর্ঘ্য}}{3-4 \text{ দৈর্ঘ্য}}$$



এভারসেডের ওহ্ম-মিটার (Evershed's Ohmmeter) বা গৃহাদির তার পরীক্ষক যন্ত্র :—ইহার গঠন ও কার্যপ্রণালী ৪৩৩ চিত্র হইতে বুঝা যাইবে।

ইহাতে সমকোণে স্থাপিত দুই জোড়া

চিত্র—৪৩৩

কয়েল আছে  $P$  ও  $C$ । ইহাদের মাঝ-

খানে একটি নরম লৌহের সূচ  $F$  কীলকে খাটান আছে—এবং এই সূচের সহিত একটি কাঁটা আছে  $p$ , সূচটি ঘুরিলে কাঁটাটি  $O$  স্কেলের উপর ঘুরে। এবং এই সূচটিকে চুম্বক করিবার নিমিত্ত  $P$  হইতে একটি অধিক বাধা বিশিষ্ট উত্তেজক কয়েল  $m$  ইহাকে বেঁটন করিয়া আছে। সুতরাং যদিও  $P$  এর নিজের বাধা অধিক নয়,  $m$  এর সহিত সিরিজে সংলগ্ন থাকায় ইহার বাধা খুব অধিক। একটি ছোট ম্যাগনেটো (উৎপাদক যন্ত্র) হইতে  $G G$  টার্মিনাল দিয়া এই যন্ত্রের মধ্যে প্রবাহ দেওয়া হয় এবং ইনসুলেশান বা কড়াকটার বাহার বাধা মাপিতে হইবে তাহাকে  $1$  ও  $e$  টার্মিনাল ঘরের মধ্যে সংযুক্ত করা হয়,  $C$  এর সহিত সিরিজে সংযুক্ত করা হয়।  $C$  এর বাধা খুব অল্প বলিয়া প্রায় সমস্ত প্রবাহ এই পথ দিয়াই বহিবার চেষ্টা করে। সেইজন্য ঠিকাকৈ কারেন্ট কয়েল বলে। আর  $m$  সময়ে  $P$  র বাধা অধিক বলিয়া ইহাকে প্রেরণার কয়েল বলে। ম্যাগনেটোটিকে এই যন্ত্র হইতে ৩/৭ ফুট দূরে রাখিতে হয়, নচেৎ ইহা দ্বারা সূচটি আকৃষ্ট হইবে। ম্যাগনেটো হইতে প্রবাহ দিলে উহা  $G$  টার্মিনালে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া একভাগ  $P$  এর মধ্য দিয়া অপরভাগ  $C$  ও অজানিত বাধার মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। পূর্ব প্রবাহ সূচটিকে  $P$  এর মেরুদণ্ডের দিকে স্থাপিত করিবার চেষ্টা করে, আর দ্বিতীয়টি সূচকে  $C$  এর মেরুদণ্ডের দিকে স্থাপিত করিবার চেষ্টা করে। সুতরাং কাঁটাটির স্থান  $P$  ও  $C$  এর প্রবাহের উপর নির্ভর করে, এবং যেহেতু প্রবাহ বাধার বিরূপ, কাঁটার ঘূর্ণন এই দুই পথের বাধার সম্বন্ধের

উপর নির্ভর করে: অজানিত বাধাটি খুব অল্প হইলে অধিকাংশ প্রবাহ  $C$  এর মধ্য দিয়া বহে এবং কাঁটাটি স্কেলের  $O$  চিহ্নিত স্থানের দিকে থাকে, এবং অজানিত বাধা প্রেসার কয়েল পথের বাধার সহিত তুলনায় খুব অধিক হইলে অধিকাংশ এই পথ দিয়া ( $P$  এর মধ্য দিয়া) বহে এবং কাঁটাটি স্কেলের অপর দিকে যায়। এইভাবে অজানিত বাধা শূন্য হইতে অনন্ত ( $\infty$ ) হইলে কাঁটাটি স্কেলের এক শেষভাগ ( $O$  চিহ্নিত) হইতে অপর শেষভাগে (ডানদিকে) যায় এবং স্কেলটি একপভাবে অঙ্কিত যে উহা হইতে বাধা ওমে বা মেগোমে পাওয়া যায়। প্রত্যেক যন্ত্রে একটি 'চু কণ্ট্যাক্ট' সুইচ  $k$  থাকে, ইহার দ্বারা একটি প্রয়োজন মত সাঁট বাধা  $r$ ,  $P$  এর সহিত প্যারাললে সংযুক্ত করিয়া যন্ত্রটিকে বিভিন্ন বাধা মাপিবার উপযোগী করা হয়।

এই যন্ত্রটির দ্বারা বাড়ির অয়ারিং (Wiring) সহজে পরীক্ষা করা যায়—যথা (১) মেন ও মাটির মধ্যে কিরূপ ইনসুলেসান আছে দেখিতে হইলে সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে খুলিয়া লইয়া, সুইচগুলি লাগাইয়া (on) দিয়া, মেনের এক শেষ ভাগ  $I$  টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিয়া অপর টার্মিনালকে উন্মুক্ত রাখিয়া এবং  $e$  টার্মিনালকে মাটির সহিত সংযুক্ত করিয়া ম্যাগনেটো হইতে প্রবাহ দিতে হয়। এই যন্ত্রে কাঁটার দ্বারা মেন ও মাটির মধ্যে ইনসুলেসানের বাধা দর্শিত হইবে। (২) দুইটি মেনের মধ্যে ইনসুলেসানের বাধা দেখিতে হইলে, একটির এক শেষ ভাগ  $I$  টার্মিনালের সহিত, অপরটির এক শেষভাগ  $e$  টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিতে হয় এবং উহাদের অপর শেষভাগদ্বয় উন্মুক্ত রাখিতে হয় এবং সমস্ত বাতি প্রভৃতিকে পূর্বের স্থায় খুলিয়া লইতে হয়। বাতি মধ্যস্থ সমস্ত বৈদ্যুতিক পথের ইনসুলেসানের বাধা পরীক্ষা করিতে হইলে সমস্ত সুইচ বা ফিউজগুলিকে লাগাইয়া দিতে হয় এবং সমস্ত বাতি প্রভৃতিকে স্ব স্ব স্থানে রাখিতে হয় এবং যন্ত্রটিকে মেনের সহিত সংযোগ করিতে হয়। যদি ইনসুলেসান-বাধা প্রয়োজন মত বাধা অপেক্ষা কম হয় তাহা হইলে বুঝিতে হইবে কোন স্থানে লীক (Leak) হইতেছে। এই লীক ধরিতে হইলে একেবারে দূরবর্তী শেষভাগ হইতে আরম্ভ করিয়া তারের সংযোগ স্থান সকল একটি একটি করিয়া খুলিয়া লইয়া প্রত্যেকবার

ইনসুলেসানের বাধা পরীক্ষা করিতে হয়। যেখানে ইনসুলেসানের বাধা ঠিকমত দর্শিত হইবে ঠিক তাহার পরেই লীক হইতেছে বুঝিতে হইবে।

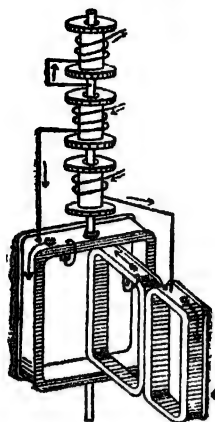
নিকটে কোন চুষকরাজ্য থাকিলে বা সন্নিহিত অপর কোন লাইন হইতে লীক হইতে থাকিলে এই পরীক্ষা কার্যের ব্যাঘাত ঘটে। সেইজন্য যে বাটির তার সকল পরীক্ষা করা হয় তাহার রাস্তার মেন ডব্ল পোল সুইচ দ্বারা প্রথমে কাটিয়া দেওয়া হয় এবং ব্যাঘাতকারী কোন কারণ থাকিলে ম্যাগনেটোকে বিপরীত দিকেও ঘুরাইয়া পরীক্ষা কার্য করিলে ভুল সংশোধন হইয়া যায়। এই যন্ত্র ব্যবহার করিবার সময় লক্ষ্য রাখা কর্তব্য, যে লাইন পরীক্ষা করা হইতেছে তাহাতে যে চাপ প্রযুক্ত হয়, পরীক্ষা কালে ম্যাগনেটো হইতে যেন তাহার ২৩গুণ চাপ প্রযুক্ত হয়।

**এভারসেডস্ মেগার ( Evershed's Megger ) :—**

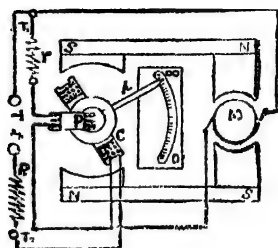
এই যন্ত্র প্রধানতঃ গুরুবাধা মাপিবার জন্য প্রস্তুত এবং সচরাচর ১০০০ ওম হইতে ২০০০ মেগোম ইহা দ্বারা পরিমিত হইতে পারে। ইহা দুই প্রকারের হয়—পরিবর্তনশীল চাপ (Variable pressure) ও সমভাব চাপে (Constant pressure) ব্যবহারের জন্য। ইহাতে ম্যাগনেটো ও ওমমিটার উভয়েই একত্রে একটি বাক্সের মধ্যে থাকে এবং ম্যাগনেটোর চুষকের রাজ্যে কাঁটাবিশিষ্ট ঘূর্ণনশীল অংশটি থাকে। এই ঘূর্ণনশীল অংশটি হেলাইয়া স্থাপিত দুইটি কন্ট্রোল দ্বারা গঠিত C, P চিত্র ৪৩৫। এই কয়েলদ্বয় ৪৩৪ চিত্রে ভালভাবে দর্শিত হইয়াছে। এবং উহারা পরস্পরের সহিত এক্রূপ ভাবে আবদ্ধ যে উভয়ে একসঙ্গে ঘুরে। ইহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহ দিলে ম্যাগনেটোর চুষকরাজ্যে (NS) ইহা ঘুরিয়া যায়। ঘূর্ণনের পরিমাণ প্রবাহ তেজের উপর ও রাজ্যতেজের উপর নির্ভর করে। এই ঘূর্ণন পরিমাণ স্কেলের উপর কাঁটা দ্বারা দর্শিত হয়। রাজ্যতেজকে প্রথর করিবার নিমিত্ত প্রত্যেক কয়েলটির মধ্যে একটি নরম লৌহের রিং আছে। ইহাদিগের মধ্যে P কয়েলটি M ম্যাগনেটোর টার্মিনালদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত



সুতরাং ইহার মধ্যে প্রবাহ তেজ ম্যাগনেটোর টার্মিনালের পি, ডি, অনুযায়ী হয়। অপর কয়েলটি C পরিমাপ্য বাধার সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়,



চিত্র—৪৩৪



চিত্র—৪৩৫

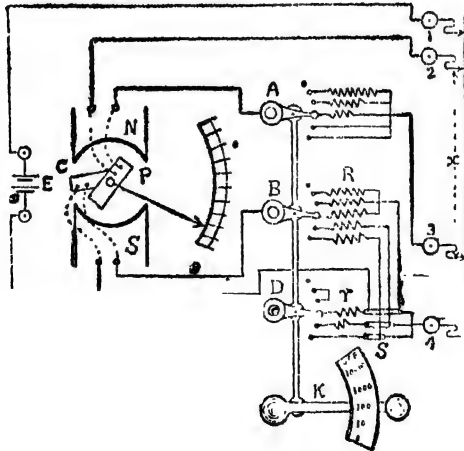
সুতরাং ইহার ঘূর্ণন বল পরিমাপ্য বাধার মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ অর্থাৎ যে প্রবাহ লীক হইয়া যাইতেছে তাহার উপর নির্ভর করে। সুতরাং কয়েলবয়ের ঘূর্ণন হইলে ইহাদিগের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহের সম্বন্ধ অর্থাৎ প্রযুক্ত পি, ডি,র সহিত যে প্রবাহ লীক হইয়া যাইতেছে তাহার সম্বন্ধ বা অজানিত বাধাটির পরিমাণ নির্ধারণ হয় ;

এই যন্ত্রকে একটু পরিবর্তিত করিয়া ব্রিজ মেগার (Bridge megger) নামে একটি যন্ত্র প্রস্তুত হয়। তাহাকে হোয়েটস্টোন ব্রিজ ভাবে ব্যবহার করা চলে ও তদ্বারা ০ হইতে ৪০ মেগোম পর্যন্ত বাধা মাপা যায়।

এভারশেড সেডস ডাক্টর (Evershed's Ducter) ইহার দ্বারা আর্শেচার কয়েল প্রভৃতির দ্বারা লঘু বাধা পরিমিত হয় এবং ইহার কার্য প্রণালী অনেকটা মেগারের দ্বারা। ইহার হেলান কয়েলদ্বয় C ও P ( ৪৩৬ চিত্র ) এর মধ্যে P প্রেসার কয়েল এবং ইহা পরিমাপ্য

অজানিত বাধার (X) শেষভাগদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত—সুতরাং ইহার মধ্যে প্রবাহ তেজ Xএর শেষভাগদ্বয়ের পি, ডি, অনুযায়ী হয়। C কয়েলের এক শেষভাগ Sএর বামদিকে সংযুক্ত, অপর শেষভাগ R বাধার মধ্য দিয়া S এর ডানদিকে সংযুক্ত এবং E ব্যাটারি হইতে S ও অজানিত বাধা X এর মধ্য দিয়া প্রবাহ দেওয়া হয়। সুতরাং C কয়েলের মধ্য দিয়া বহমান প্রবাহ Xএর মধ্য দিয়া মোট প্রবাহের উপর নির্ভর করে। এবং C ও P এর মধ্যে প্রবাহের সম্বন্ধ X এর বাধার উপর নির্ভর করে। সুতরাং কয়েলদ্বয়ের ঘূর্ণন হইতে Xএর বাধা পরিমিত হয়।

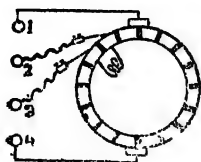
এই যন্ত্রে ১০ মাইক্রোম হইতে ৫ ওম পর্যন্ত বাধা মাপা যায় এবং বিভিন্ন পরিমাণের বাধা মাপিবার জন্য যন্ত্রের মধ্যে ব্যবস্থা আছে। ইহাতে পাঁচটি পথ বিশিষ্ট একটি চাবি (Key) আছে K, ইহা ৫টি পথ-



চিত্র—৪৩৬

বিশিষ্ট ৩টি স্পর্শ-থণ্ড A, B, Cকে স্পর্শ করে। A স্পর্শ-থণ্ড P পথের বাধাকে প্রয়োজন অনুযায়ী পরিবর্তিত করে। D দ্বারা ব্যাটারি ও অজানিত

বাধা ঠিকমত বাধা S এর সহিত ও প্রয়োজন হইলে r বাধার সহিত সংযুক্ত হয়। B দ্বারা C কয়েলের পথটি প্রয়োজন মত R বাধার মধ্য দিয়া S



এর কোন নির্দিষ্ট বাধার সহিত সংযুক্ত হয়।

স্কেলে ০—৫০০ মাইক্রোম পর্যন্ত অঙ্কিত থাকে, কিন্তু

K এর অবস্থা অনুযায়ী ইহাকে ১, ১০, ১০০,

১০০০, বা ১০০০০ দিয়া গুণ করিয়া লইতে হয়।

চিত্র—৪৩৭

৪৩৭ চিত্রে আশ্চেচার কয়েলের বাধা কি ভাবে

পরিমিত হয় দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে মাত্র একটি কয়েল দর্শিত হইয়াছে।

আমিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা বাধা পরিমাপ :—

$$\text{আমরা জানি } C = \frac{E}{R}, \quad \therefore R = \frac{E}{C}$$

এখন যদি একটি প্রজ্জলিত বাতির বাধা মাপিতে হয়, তাহা হইলে

আমিটার দ্বারা যদি প্রবাহ দেখা যায় C ও ভোল্টমিটার দ্বারা

পি, ডি, দেখা যায় V তাহা হইলে ভোল্টমিটারের বাধা R হইলে ইহার

মধ্যে প্রবাহ  $\frac{V}{R}$ , সুতরাং বাতির মধ্যে প্রবাহ  $= C - \frac{V}{R}$ , সুতরাং বাতির

বাধা

$$\frac{V}{R}$$

**পোটেনসিওমিটার (Potentiometer) :—** পি, ডি ও

ই, এম, এফ, মাপিবার নিমিত্ত পোটেনসিওমিটারই সর্বাপেক্ষা ভাল যন্ত্র।

ইহা এই তিনটি বিষয়ে অতুলনীয়—(১) ইহাতে নাল প্রণালী ব্যবহার হয়,

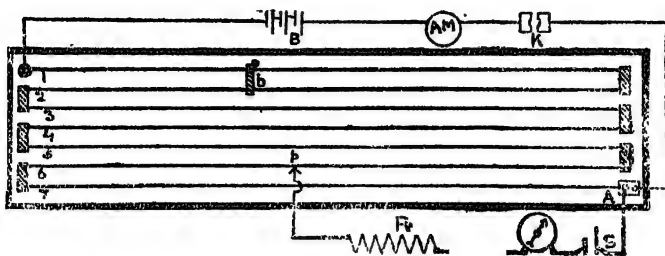
সুতরাং গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন মাপিতে হয় না। (২) ব্যাটারি প্রভৃতি

পরীক্ষা কালে উহা হইতে প্রবাহ লওয়া হয় না, সুতরাং পোলারাইজেশন

হইতে পায় না বলিয়া উহার ই, এম, এফ, পরিবর্তিত হইতে পায় না। (৩)

ব্যাটারি বা গ্যালভানোমিটারের বাধা হিসাবের মধ্যে আসে না, কারণ

তাহাদের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে না। প্রবাহ ও বাধা মাপিবার জন্যও এই যন্ত্র ব্যবহার হয় এবং আমমিটার ও ভোল্টমিটার ঠিক আছে কিনা দেখিবার জন্য এবং তাহাদিগকে ঠিক ভাবে দাগিয়া লইবার জন্য ইহা ব্যবহার হয়। সংযোজনাদিসহ যন্ত্রটি ৪৩৮ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র—৪৩৮

ইহাতে একটি কাঠের তক্তায় মোটা তাম্রখণ্ড দ্বারা সিরিজে সংযুক্ত সাতটি ১ মিটার লম্বা ম্যাঙ্গানিজ বা প্লাটিনাম-ইরিডিয়াম তার আছে এবং ইহাদের পার্শ্বে একটি মিটার স্কেল আছে ও তারগুলির নিম্নে একটি কাঁচের প্লেট থাকে এবং সংযোজনাদি করিবার নিমিত্ত কতকগুলি বন্ধন স্ক্রু আছে। পরীক্ষাকালে প্রবাহ পরিবর্তিত হইতেছে কিনা ধরিবার নিমিত্ত একটি আমমিটার তারগুলির সহিত সিরিজে সংযুক্ত করা হয় এবং ব্যাটারি B একটি চাবি K দ্বারা তারগুলির সহিত সংযুক্ত হয় এবং খুব সেন্সিটিভ গ্যালভানো-মিটার, যথঃ 'ডি-আর্থগ্যাল' গ্যালভানোমিটার ব্যবহার হয়। পোটেনসিওমিটারের প্রত্যেক তারটির বাধা প্রায় মিটারে ২ ওম।

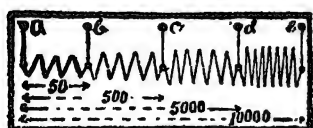
ব্যবহার কালে ইহার ১ ও A শেষভাগের আমমিটার AM ও চাবি K এর মধ্য দিয়া একটি ব্যাটারি B এর সহিত সংযুক্ত হয় এবং S ব্র্যাকের স্ট্যান্ডার্ড সেলের + পোল A এর সহিত ও - পোল একটি বাধা R ও গ্যালভানোমিটারের মধ্য হইয়া চলন-ক্ষম চাবি p এর সহিত সংযুক্ত করা হয়। p চাবিকে A হইতে ১৪৩.৪ সেমি দূরে স্থাপিত করা হয় (কারণ স্ট্যান্ডার্ড সেলের ই, এম, এক, = ১.৪৩৪ ভোল্ট)। ব্যাটারি B হেতু A ও p এর মধ্যে - পি, ডি, নিম্ন পথ দিয়া A S R p এর দিকে প্রবাহ বহাইবার চেষ্টা করে ও সেল S এর ই, এম, এক, এই পথে তাহার বিপরীত দিকে অর্থাৎ p R S A এই দিকে প্রবাহ বহাইবার চেষ্টা করে। অতএব পোটেনসিওমিটারের মধ্যে প্রবাহকে যদি একপভাবে পরিবর্তিত করা যায় যে A ও p এর মধ্যে পি, ডি, (ইহা এই পথের বাধা ও প্রবাহের গুণফল) S সেলের ই, এম, এক, এর সহিত সমান হয়, তাহা হইলে এই পথে কোন প্রবাহ বহিবে না ও গ্যালভানোমিটার ঘুরিবে না। এই কার্যে অপর একটি চলনক্ষম

চাবি b এর দ্বারা সাধিত হয়—ইহা পোটেনসিওমিটারের তারগুলিকে সংযুক্ত করিয়া সার্কিট করিয়া দেয়। b এর স্থান পরিবর্তিত করিয়া এরূপ একটি স্থান বাহির করা হয় যে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হয় না। সুতরাং তখন A ও p এর মধ্যে পি, ডি, = ১'৪৩৪ ভোল্ট এবং যেহেতু  $Ap = ১৪৩৪$  মিলি-মিঃ ; তারের প্রতি মিলিমিটারে পি, ডি, = '০০১ ভোল্ট।

(১) পোটেনসিও মিটার দ্বারা ই, এম, এফ, পরিমাপ :—

(ক) লঘু ই, এম, এফ,—কোন একটি সেলের ই, এম, এফ, মাপিতে হইলে, S কে অপস্থত করিয়া এই স্থানে সেলটিকে ব্যবহার করিতে হইবে (সেলের + পোলকে A এর সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে), এবং b কে ঠিক রাখিয়া p কে সরাইয়া এমন স্থান বাহির করিতে হইবে যেখানে গ্যালভানোমিটার ঘোরে না। যদি এই স্থানটি A হইতে ১৫০০ মিলি-মিঃ দূরে হয় তাহা হইলে সেলের ই, এম, এফ, =  $১৫০০ \times '০০১$  ভোল্ট = ১'৫ ভোল্ট। এইভাবে প্রায় ৫'৫ ভোল্ট পর্যন্ত মাপা চলে।

(খ) গুরু ই, এম, এফ, পরিমাপ :—প্রায় ২০০। ২৫০ ভোল্ট পি, ডি, মাপিতে হইলে যে বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে ঐ পি, ডি, তাহা একটি গুরু বাধার (১০,০০০ ওম বা আরও অধিক) সহিত সংযুক্ত করিয়া, এই বাধার কোন পরিমিত অংশে পতিত পোটেনসিয়াল পরিমাণ উক্ত প্রণালী মতে মাপা হয় ও ইহা হইতে সমস্ত বাধাটিতে পতিত পোটেনসিয়াল পরিমাণ বা পরিমাপ্য পি, ডি, হিসাব করিয়া লওয়া হয় (পোটেনসিয়াল বাধার অনুপাতে পতিত হয়)। এই কার্যে ভোল্ট বক্স (Volt Box) নামে একটি বাধা সমন্বিত বাক্স ব্যবহার করিতে হয়।



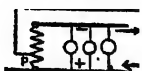
চিত্র—৪৩২

ইহার বিভিন্ন অংশাবলীর বাধা—  
 $ab = ৫০$  ওম,  $ac = ৫০০$  ওম,  
 $ad = ৫০০০$  ওম,  $ae = ১০,০০০$  ওম। (চিত্র—৪৩২ দ্রষ্টব্য।

সুতরাং পোটেনসিওমিটারে মাপিয়া যদি দেখা যায় যে a ও b এর

মধ্যে পি, ডি, = ১.১ ভোল্ট, তাহা হইলে a ও b এর মধ্যে বা মোট পি, ডি, =

$$\frac{10,000}{100} \times 1.1 \text{ ভোল্ট} = 220 \text{ ভোল্ট।}$$

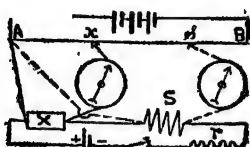


চিত্র—৪৪০

৪৪০ চিত্রে পোটেনসিওমিটারের সহিত ভোল্ট বাস্ক প্রভৃতির সংযোজন। পদ্ধতি দর্শিত হইল, P ভোল্ট বস্ক।

(২) পোটেনসিও মিটার দ্বারা বাধা পরিমাপ :—

(ক) লঘু বাধা :—৪৪১ চিত্রে সংযোজন ও কার্য্য পদ্ধতি দর্শিত



চিত্র—৪৪১

হইল। X পরিমাণ্য অজানিত বাধা, ইহা একটি জানিত ছ্যাণ্ডার্ড বাধা S, একটি পরিবর্তনীয় বাধা r ও একটি আকুমুলেটোরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত। গ্যালভানোমিটারকে x ও S এর শেষভাগে

সংযুক্ত করিয়া পোটেনসিওমিটারে x স্থানটি বাহির করিতে হইবে।

X এর শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি,

S এর শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি,

$$= \frac{(X \text{ প্রবাহ}) \times (X \text{ এর বাধা})}{(S \text{ প্রবাহ}) \times (S \text{ এর বাধা})} = \frac{X \text{ এর বাধা}}{S \text{ এর বাধা}}$$

অর্থাৎ X এর বাধা =  $\frac{X \text{ এর শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি,}}{S \text{ " " " "}} \times S \text{ এর বাধা}$

$$\text{বা } X = \frac{0.01 \times D}{0.01 \times d} S = \frac{D}{d} S \quad \begin{matrix} D = A \text{ হইতে } x \text{ এর দৈর্ঘ্য} \\ d = A \dots s \text{ " "} \end{matrix}$$

(খ) গুরু বাধা :—X গুরু হইলে ইহার কোন অংশের পি, ডি, ও তাহা হইতে ঐ অংশের বাধা বাহির করিয়া মোট X এর বাধা হিসাব করিয়া লইতে হয়।

দ্রষ্টব্য :—আমিটার দ্বারা X এর মধ্যে বহমান প্রবাহ মাপিলে S এর প্ররোজন হয় না। R = EC এই সম্বন্ধ হইতে R পাওয়া যায়, (E = R এর শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি,)

(৩) পোটেনসিওমিটার দ্বারা প্রবাহ পরিমাপ :—

প্রবাহকে অবস্থানুসারে জানিত ষ্ট্যাণ্ডার্ড লম্ব বাধা (১, ১০, ১০০ ভূম বা তদপেক্ষা কম) দিয়া প্রবাহিত করা হয় ও বাধাটির শেষভাগস্থয়ের পি, ডি, পোটেনসিওমিটার দ্বারা নির্ধারণ করা হয়। প্রবাহ = (পি, ডি) ÷ (বাধা)

এইভাবে খুব অল্প হইতে খুব অধিক প্রবাহ পর্য্যন্ত নির্ভুল ভাবে মাপা যায় এবং বিশুদ্ধ তাম্র প্রস্তুত করণে যে অত্যধিক প্রবাহ ব্যবহার হয় তাহা এই প্রণালীতে মাপা হয়।

পোটেনসিওমিটার ব্যবহারের দ্বিতীয় প্রণালী—ইহাতে ৪৩৮ চিত্রে দর্শিত চলনক্ষম চাবি b থাকে না, এবং ষ্ট্যাণ্ডার্ড সেল S ব্যবহার করিয়া p চলনক্ষম চাবি দ্বারা কোন্ স্থানে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন হয় না বাহির করিতে হয়। যদি পোটেনসিওমিটারের মধ্যে প্রবাহ হয় C এবং উহার একক দৈর্ঘ্যের বাধা হয় R, একক দৈর্ঘ্যের পি, ডি, = C R ভোল্ট।

অতএব A ও p এর মধ্যে পি, ডি, = C R × দৈর্ঘ্য A p ভোল্ট।

অর্থাৎ C R × দৈর্ঘ্য A p = ১.৪৩৪। বা C R =  $\frac{১.৪৩৪}{\text{দৈর্ঘ্য } A p}$  ভোল্ট।

এখন ষ্ট্যাণ্ডার্ড সেলের পরিবর্তে যাহার ই, এম, এফ, মাপিতে হইবে তাহাকে ঐ স্থানে ব্যবহার করা হয় এবং যদি এখন L বিন্দুতে গ্যালভানোমিটারের ঘূর্ণন না হয়—

A ও L এর মধ্যে পি, ডি, = C R × দৈর্ঘ্য A L ভোল্ট

$$\frac{১.৪৩৪}{\text{দৈর্ঘ্য } A p} \times \text{দৈর্ঘ্য } A L \text{ ভোল্ট।}$$

অর্থাৎ পরিমাপ্য ই, এম, এফ, =  $\frac{A L}{A p} \times ১.৪৩৪$  ভোল্ট।

-----

## একবিংশ পরিচয় ।

সওদাগরি পরিমাপক যন্ত্রাদি ।

(Commercial measuring Instruments)

(১) আম্মিটার (Ammeter)—ইহার দ্বারা আম্পেরার হিসাবে কোনও পথের প্রবাহ মাপা হয় । ইহার মূলে নিম্নলিখিত বৈদ্যুতিক ফলগুলি ব্যবহৃত হয় । (ক) প্রবাহের তাপকণ্ড—তপ্ত তারের যন্ত্র (Hot wire instrument) (খ) বিদ্যুৎ চুম্বক ফল—চুম্বকের উপর প্রবাহের ফল, যথা, ঘূর্ণনশীল লৌহ যন্ত্রে, বা প্রবাহের উপর চুম্বকের ফল—যথা, ঘূর্ণনশীল করেল যন্ত্রে, (গ) প্রবাহের উপর প্রবাহের ফল—ডায়নামোমিটার যন্ত্রে ।

(২) ভোল্টমিটার (Voltmeter)—ইহার দ্বারা কোন বৈদ্যুতিক পথের কোন বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে চাপ পার্থক্য ভোল্ট হিসাবে মাপা হয় । ইহাতে উল্লিখিত ফলগুলি ব্যতীত বার্ষিক বৈদ্যুতিক আকর্ষণ ও নিক্ষেপন ফল ব্যবহার হয়, যথা বার্ষিক বৈদ্যুতিক ভোল্টমিটার ।

(৩) লিপিবদ্ধকান্ধী (Recording) আম্মিটার ও ভোল্টমিটার :—ইহারা চলন্ত কাগজের উপর কোনও সময়ের মধ্যে প্রবাহ ও পি, ডি, কিম্বদভাবে পরিবর্তিত হইয়াছে তাহা লিপিবদ্ধ করে ।

(৪) ওয়াটমিটার (Watt meter)—ইহার দ্বারা পথের কোন স্থানে, কোন সময়ে, কি হারে শক্তি ব্যয় হইতেছে তাহা ওয়াট হিসাবে মাপা হয় ।

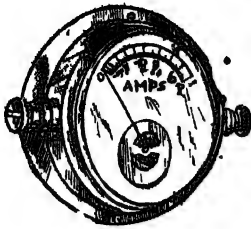
(৫) লিপিবদ্ধকান্ধী (Recording) ওয়াটমিটার :—ইহারা কোন সময়ের মধ্যে কি ভাবে শক্তি ব্যয়ের হার পরিবর্তিত হইয়াছে তাহা লিপিবদ্ধ করে ।



(৬) বিদ্যুৎমাপক (Electricity meter) :—ইহার দুই প্রকারের (ক) আমপেয়ার-আওয়ার (Ampere-hour), কুলম্ব (Coulomb) বা কোয়ান্টিটি (quantity, পরিমাণ) মিটার। ইহাদের দ্বারা কোনও সময়ের মধ্যে সরবরাহ বিদ্যুতের পরিমাণ মাপা হয়, (খ) ওয়াট-আওয়ার (Watt-hour) বা এনার্জি (Energy, শক্তি) মিটার :—ইহার দ্বারা কোনও সময়ের মধ্যে সরবরাহ মোট বৈদ্যুতিক শক্তির পরিমাণ মাপা হয়। প্রথমটির দ্বারা CT এবং দ্বিতীয়টির দ্বারা ECT মাপা হয়। 'C = প্রবাহ, T = ঘণ্টা হিসাবে পরিমিত যে সময় ব্যাপিয়া প্রবাহ বহে এবং E = ভোল্টে পরিমিত চাপ। ওয়াট মিটারগুলিতে সাধারণতঃ B.O.T. (Board of Trade) 'একক' হিসাবে শক্তি মাপা হয়। এই একককে কিলোওয়াট-আওয়ার (Kilowatt-hour, kwh = ১০০০ ওয়াট-আওয়ার) বলে। একতাব ভোল্টেজ বিশিষ্ট পথে ওয়াট-আওয়ার 'আমপেয়ার-আওয়ারের' অনুপাতে হয়, সুতরাং আমপেয়ার-আওয়ার হইতেই B. O. T. একক পরিমিত হয়। ইলেকট্রিসিটি মিটারগুলিতে নিম্নলিখিত প্রণালীগুলি ব্যবহৃত হয়, (১) রাসায়নিক ক্রিয়া (Electrolytic meter) (২) গতিদ্রা ক্রিয়া (Motor meter) (৩) ঘটিকা প্রণালী (Clock meter) (৪) তাপকণ (Thermal meter)।

(৭) 'ম্যাক্সিমাম্' ডিমান্ড ইণ্ডিকেটর (Maximum Demand Indicator) :—ইহার দ্বারা কোন সময়ের মধ্যে সর্বাপেক্ষা অধিক কি পরিমাণ প্রবাহ ব্যৱহৃত হইয়াছে তাহা দৃষ্ট হয়। ইহা ইলেকট্রিসিটি মিটারের একটি রকম, ইহাতে তাপকণ ব্যবহৃত হয়।

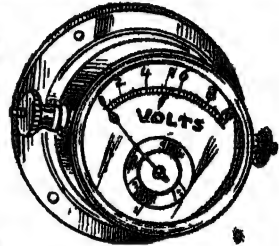
আমমিটার ও ভোল্টমিটার এবং তাহাদের মধ্যে পার্থক্য :—ইহার প্রায় একরূপ, কেবলমাত্র আমমিটারের বাধা অল্প, ভোল্ট মিটারের বাধা অধিক এবং আমমিটারকে পরীক্ষাধীন পথের সহিত সরিজে সংযুক্ত করিতে হয়, ভোল্টমিটারকে প্যারাললে সংযুক্ত করিতে হয়।



চিত্র—৪৪২

যেহেতু আমমিটার দ্বারা প্রবাহ পরিমিত হয়, ইহাকে প্রবাহবান পথের সহিত সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়, চিত্র ৪৪২, এবং ইহার বাধা খুব অল্প হওয়া প্রয়োজন নচেৎ প্রবাহ হ্রাস হইবে, ইহার মধ্যে অধিক ভোল্টেজ পড়িত হইবে ( $E = C \times R$ ), এবং ইহার মধ্যে প্রচুর শক্তি অপব্যয় হইবে ( $W = C^2 R$ ). বধা—প্রবাহ যদি ১০ আম্প ও আমমিটারের বাধা ১ ওম হয়, তাহা হইলে ইহার মধ্যে ব্যয়িত ক্ষমতা  $= ১০^2 \times ১ = ১০০$  ওয়াট, কিন্তু বাধা ০.০১ ওম হইলে অপব্যয়িত ক্ষমতা  $= ১০^2 \times ০.০১ = ১$  ওয়াট।

ভোল্টমিটার দ্বারা কোন বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, পরিমিত হয় বলিয়া ইহাকে ঐ বিন্দুদ্বয়ের মধ্যস্থ পথের সহিত প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত করিতে হয়, চিত্র ৪৪৩ এবং ইহার বাধা খুব অধিক হওয়া প্রয়োজন। ইহার কারণ নিম্ন উদাহরণ হইতে বুঝা যাইবে। কোন পথে একভাবে ১০ আম্প প্রবাহ বহমান এবং এই পথে একটি ৪ ওম বাধা বিশিষ্ট করেল আছে। তাহা হইলে এই করেলের শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি,  $= ১০ \times ৪ = ৪০$  ভোল্ট। এখন যদি ১ ওম বাধা বিশিষ্ট ভোল্টমিটার করেলের শেষ ভাগদ্বয়ের সহিত প্যারালালে (সার্কিটে) সংযোগ করা হয়, তাহা হইলে মোট বাধা হইবে  $\frac{4 \times 1}{4+1} = \frac{4}{5}$  ওম।



চিত্র—৪৪৩

সুতরাং এখন করেলের শেষভাগদ্বয়ের মধ্যে পিডি  $= ১০ \times \frac{4}{5} = ৮$  ভোল্ট। অর্থাৎ ৪০ ভোল্ট পি, ডি, ৮ ভোল্টে পরিণত হইতেছে, সুতরাং পি, ডি, সঠিক পরিমিত হইল না। কিন্তু যদি ভোল্ট মিটারের বাধা হয় ৪০০০ ওম, তাহা হইলে মোট বাধা হইবে  $\frac{4 \times 4000}{4+4000} = \frac{16000}{4004} \approx ৩.৯৯$  ওম। এবং করেলের শেষ ভাগদ্বয়ের পি, ডি,  $= ১০ \times \frac{4}{4004} \approx ০.০১$  বা প্রায় ৪০ ভোল্ট, অর্থাৎ পূর্বে ভোল্টেজের সহিত সমান। আরও দৃষ্ট হইবে যে ভোল্ট মিটার এইরূপ অধিক বাধা বিশিষ্ট বলিয়া উহার মধ্যে অপব্যয়িত ক্ষমতাও অল্প। বধা, ধরা বাটিক, যেন কোন স্থানদ্বয়ের মধ্যে একভাবে ১০০ ভোল্ট পি, ডি, বর্তমান, তাহা হইলে ৪০০০ ওম বাধা বিশিষ্ট ওমমিটারের মধ্যে ব্যয়িত ক্ষমতা  $\frac{100^2}{10000} = ১$  ওয়াট। কিন্তু ১ ওম বাধা বিশিষ্ট হইলে ব্যয়িত ক্ষমতা  $= ১০০^2 = ১০,০০০$  ওয়াট। অতএব দেখা যাইতেছে যে ভোল্টমিটারের মধ্যে অপব্যয়িত ক্ষমতার পরিমাণ হ্রাস করিতে হইলে



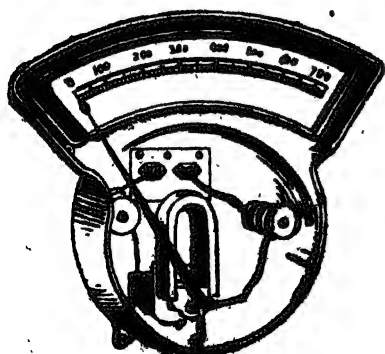
দ্বারা বৈদ্যুতিকভাবে সংযুক্ত, অপরদিকে ( বামদিকে )  $Ww$  তারটি পিত্তল পাতস্থিত  $K$  বন্ধন ক্রুর সহিত টানিয়া আবদ্ধ। তারটির প্রায় মাঝখান হইতে  $DEF$  একটি কসকর-ব্রঞ্জের তার  $F$  দণ্ডে টানিয়া আবদ্ধ— $F$  দণ্ডটি পিত্তল পাত হইতে রোধিত।  $DEF$ এর প্রায় মাঝখান হইতে  $EZH$  একটি সিল্ক তন্তু একটি ঘূর্ণনক্ষম চাকতি বা পুলিকে (Pulley) একপাক বেঁটন করিয়া ( $S$ ) টিল শ্রিংএর সহিত আবদ্ধ। সুতরাং ঠোঁড় ( তন্তু ) টানিয়া আবদ্ধ এবং  $Ww$  একটু আলগা হইলেই ( বদ্ধিত হইলে )  $S$  শ্রিং সিল্ক তন্তুকে টানিয়া পুলটিকে ঘুরাইবে। এই পুলটির কীলকের (Spindle) সহিত একটি এলুমিনিয়াম কাঁটা  $P$  আবদ্ধ আছে—ইহার দ্বারা স্কেলের উপর প্রবাহ পরিমাণ দর্শিত হয়। যন্ত্রটিকে ‘ডেডবীট’ করিবার জন্য পুলির কীলকের সহিত একটি এলুমিনিয়াম চাকতি আবদ্ধ থাকে এবং এই চাকতি  $M$  স্থায়ী চুম্বকের মেরুদ্বয়ের মাঝে স্থাপিত।  $C$  একটি তাম্র ফিতা, ঠোঁড় পিত্তল পাত হইতে রোধিত বটে, কিন্তু  $Ww$  তারের ঠিক মধ্যস্থলের সহিত শ্রিং দ্বারা বৈদ্যুতিক ভাবে সংযুক্ত, বাহ্যতে তারটি বাতাসে কম্পিত না হয় এবং ঠোঁড় ৪ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত, জুপার টার্মিনাল ৩ পিত্তলপাতের সহিত আবদ্ধ। ৩ ও ৪ টার্মিনালদ্বয় কনষ্ট্যান্টিন নামক মিশ্র ধাতু নির্মিত ১, ২ সার্কেটের সহিত সংযুক্ত। প্রায় ১০০ অ্যাম্প পর্য্যন্ত প্রবাহ মাপিবার উপযোগী বস্ত্রে এই সার্কেট সচরাচর যন্ত্রের মধ্যে ঠোঁড় পশ্চাত্তাগে থাকে, কিন্তু তদপেক্ষা অধিক প্রবাহ মাপিবার উপযোগী বস্ত্রে ইহা পৃথক থাকে এবং কার্যকালে প্রয়োজন মত সার্কেট টার্মিনালদ্বয়ের সহিত ( প্যারাললে ) সংযুক্ত করা হয়।

কার্যাবলী :—পরিমাপ্য প্রবাহ ২ স্থানে দুইভাগে বিভক্ত হইয়া এক-ভাগ ১, ২ সার্কেটের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, অপর ভাগ ৪, টার্মিনাল হইতে  $C$  ও তথা হইতে  $Ww$ তে যাইয়া দুইভাগে বিভক্ত হয়। একভাগ  $W$ তে যাইয়া অপর ভাগ  $w$ তে যাইয়া, উভয়ে পিত্তল পাতে পুনঃ সম্মিলিত

ইহা ৩ টার্মিনাল দিয়া ১ তে প্রবাহিত হয়। ইহার ফলে  $Ww$  তারটি উত্তপ্ত ইহা দৈর্ঘ্যে বর্দ্ধিত হয়, সুতরাং  $S$  প্ত্রিং দ্বারা সূচটি স্কেলের উপর চালিত হয়। স্কেলটি পোটেনসিওমিটার বা অন্য কোন যন্ত্রের সহিত তুলনা করিয়া এরূপভাবে চিহ্নিত যে ইহাতে একেবারে মোট প্রবাহ পরিমাণ দর্শিত হয়।

দ্রষ্টব্য:—(  $L$  ) ভকানাইট ফিতাটি ব্যবহারের উদ্দেশ্য এই যে তপ্ততা বৃদ্ধিতে  $Ww$  ও পিত্তল পাতের মধ্যে বিস্তারণের পার্থক্য ইহার সঙ্কোচন দ্বারা নাশ করা হয়।

হট অম্মার ভোল্টমিটার ঠিক হট অম্মার আম্মিটারের স্থায়। প্রভেদ এই যে  $Ww$  তারটি অপেক্ষাকৃত সূক্ষ্ম ও ১, ২, সার্ণ্টের পরিবর্তে কন্ঠ্যা-ন্টিনের একটি বাধা দায়ক তার বা কয়েল ইহার সহিত সিরিজে সংযুক্ত করিতে হয়। ১০ ভোল্ট হইতে তদুর্দ্ধ ভোল্টেজ পরিমাপের উপযোগী ফিউজ বিশিষ্ট হয় এবং প্রায় ৪০০ ভোল্ট পর্যন্ত মাপিবার উপযোগী যন্ত্র-গুলিতে ঐ সিরিজ বাধা উহাদের অভ্যন্তরে পশ্চাত্তাগে থাকে, তদুর্দ্ধ পরি-মাপের উপযোগী যন্ত্রগুলির অন্য পৃথক ব্যাক্সের মধ্যে এই বাধা থাকে, কার্যকালে সংযোগ করিয়া লইতে হয়।



চিত্র—৪৪৫

কয়েল বা ঘূর্ণনশীল

(Moving coil) আম্ম-মিটার ও ভোল্ট-মিটার:—ইহাদের মধ্যে

চুম্বক রাজ্যে প্রবাহবান্ কয়েলের ঘূর্ণনদ্বারা প্রবাহ ও পি, ডি, পি-মিত হয়, সুতরাং ইহারিগের গঠন ও কার্যপ্রণালী কয়েল ঘূর্ণন শীল গ্যালভানোমিটারের মত।

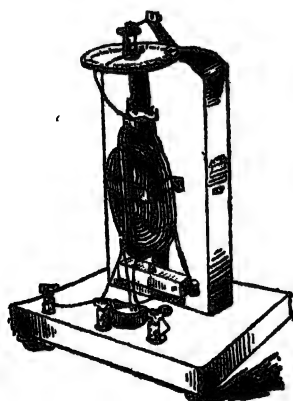
৪৪৫ চিত্রে এই যন্ত্রের অভ্যন্তর ভাগ দর্শিত হইল। ইহাতে একটি অধিকুরাকৃতি চুষক ও উহার মেরুখণ্ডের আছে, মেরুখণ্ডের মাঝে খাটান নরম লৌহের চোঙ্গাকার আর্মেচার (রাজ্যভেজ প্রথর, করিবার লম্বা) ও তদুপরি এলুমিনিয়াম ক্রেমে জড়ান ঘূর্ণনক্ষম করিল, এবং আচুষক মিশ্রধাতুর দুইটি হেয়ার স্প্রিং আছে, একটি অপরটির বিপরীত দিকে জড়ান, বাহ্যতে তপ্ততা পরিবর্তনে সঙ্কোচন বা বিস্তারণ হেতু কোন প্রকার কল না হয় এবং কয়েলের উপর দিকস্থ হেয়ার স্প্রিংএর এক শেষভাগ কয়েলের তারের এক শেষ ভাগের সহিত ও নিম্নদিকস্থ হেয়ার স্প্রিংএর এক শেষ ভাগ অপর শেষ ভাগ কয়েলের সহিত সংযুক্ত। স্প্রিং দ্বয়ের অপর শেষ ভাগগুলি স্থির অংশের সহিত আবদ্ধ, এবং ইহারাই কয়েলের মধ্যে প্রবাহ প্রবেশের ও উহা হইতে নির্গমের পথ এবং কয়েলের ঘূর্ণনকে তত্ত্বাবধান (Control) করে। কয়েলের সহিত একটি এলুমিনিয়াম কাঁটা আবদ্ধ থাকে, ইহা কয়েলের উপর প্রবাহ বা ভোল্টেজ পরিমাপ নির্দেশ করে। এই সমস্ত সরঞ্জামটি লৌহ আবৃত, বাহ্যতে বাহ্যিক চুষক দ্বারা ইহার উপর কোন কল না হয়। সাধারণ অবস্থায় কয়েলটি মেরু সংযোজক রেখায়  $85^{\circ}$  কোণ করিয়া অবস্থান করে। ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবার সময় ইহার ঘূর্ণনিক “বামহস্ত নিয়ম” হইতে পাওয়া যায়। বলা বাহুল্য অণ্টারনেটিং কারেন্ট হইলে এই যন্ত্র ব্যবহার করা চলিতে পারে না। আম-মিটারে সার্কে ও ভোল্টমিটারে সিরিজে বাধা ব্যবহার করা হয় এবং ভোল্টমিটারের কয়েলটি অধিক বাধা বিশিষ্ট স্ক তারের।

**লৌহ ঘূর্ণনশীল (Moving iron) আমমিটার ও ভোল্ট মিটার**—এই যন্ত্রগুলিতে নিম্নলিখিত প্রণালী ব্যবহার হয়—(১) প্রবাহবান্ সলিনয়েড বা কয়েলের ঠিক মধ্যস্থলে রাজ্যভেজ সর্বাপেক্ষা প্রথর ও সমভাব, (২) কিন্তু শেষ ভাগদ্বয়ের নিকটে তারের সন্নিহিত স্থানে রাজ্য প্রথর, কারণ এই স্থানে অনেক বলরেখা গাত্র দিয়া নির্গত হইয়া যায় (চিত্র—১৭৪ দ্রষ্টব্য), সুতরাং কয়েলের মধ্যে একটি লম্বা নরম লৌহ ঝুলান থাকিলে উহা তারের দিকে আকৃষ্ট হইবে, আর যদি লৌহটি ছোট হয় তাহা হইলে কয়েলের ঠিক মধ্যস্থলে যাইবে। লৌহটির স্থানচ্যুতি প্রবাহ তেজের উপর নির্ভর করে, সুতরাং ইহা হইতে প্রবাহ ও পি, ডি, পরিমিত হইতে পারে।

**ডায়নামোমিটার টাইপ আমমিটার ও ভোল্টমিটার**—ইহার কার্য পদ্ধতি নিম্নলিখিত নিয়মগুলির উপর নির্ভর করে—(১) একই দিকে বহমান সমান্তরাল প্রবাহদ্বয়ের

মধ্যে আকর্ষণ, বিপরীত দিকে বহমান সমান্তরাল প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে নিষ্ক্ষেপণ (চিত্র ১৮৪ দ্রষ্টব্য), (২) একই বিন্দুর দিকে বহমান বা তথা হইতে নির্গত কৌণিক প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ ও একটি, কোন বিন্দুর দিকে, অপরটি, বিন্দু হইতে, বহমান এরূপ কৌণিক প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে নিষ্ক্ষেপণ (চিত্র ১৮৫ দ্রষ্টব্য) এবং (৩) আকর্ষণ বা নিষ্ক্ষেপণ বল প্রবাহদ্বয়ের গুণফল ও তারের দৈর্ঘ্য অনুপাতে হয় ও তাহাদের ব্যবধানের বিক্রপ ভাবে হয়। সুতরাং ইহা দ্বারা প্রবাহ তেজ বা পি.ডি, পরিমিত হইতে পারে। এই যন্ত্রের সুবিধা এই যে প্রবাহের দিক বিপরীত হইলেও কাঁটার ঘূর্ণন বিপরীত হইবে না, কারণ উভয় তার বা কয়েলে প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হয় সুতরাং ইহা ডাইরেক্ট ও অণ্টার-নেটিং উভয় প্রকার প্রবাহের পক্ষে ব্যবহৃত হইতে পারে।

\* **ওয়াট মিটার** (Watt-meter—Siemen's watt-meter) :—ইহার প্রণালী ঠিক সিমেন্স ইলেকট্রো-ডায়নামোমিটারের



চিত্র -- ৪৪৬

ইহা ডোন্টমিটার কয়েল সাধারণ অবস্থায় কয়েলদ্বয়ের তল পরস্পরের সহিত সমকোণ করিয়া অবস্থান করে এবং তাহাদের সহিত সংযুক্ত

মত, ৪৪৬ চিত্র। ইহার কাঠাম ৪৪৭ চিত্রে দেখান হইল। ইহাতে ঘূর্ণনক্ষম কয়েল ABC মোটা তারের অল্প বাধা বিশিষ্ট এবং ইহা যেন লাইনের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়, সুতরাং ইহা “আমিটার-কয়েল”। সর্ব তারের অধিক পাক বিশিষ্ট EFG কয়েলটি অধিক বাধা বিশিষ্ট এবং ইহা, বাহার ক্ষমতা (Power) ব্যয় দ্রুতিতে হইবে তাহার সহিত সান্টভাবে সংযুক্ত করিতে হয়,



কাঁটা শূন্য চিহ্নিত স্থানে অবস্থান করে। সংযো-  
জনাতির পর লাইনের প্রবাহ C ঘূর্ণনকম কয়েল  
ABC এর মধ্য দিয়া বহে এবং উপকরণের  
টার্মিনাল-দ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, E এর অনুপাতে অল্প  
পরিমাণ প্রবাহ EFG এর মধ্য দিয়া বহে। সুতরাং  
ঘূর্ণনবল এই প্রবাহদ্বয়ের গুণফলের অনুপাতে হয়



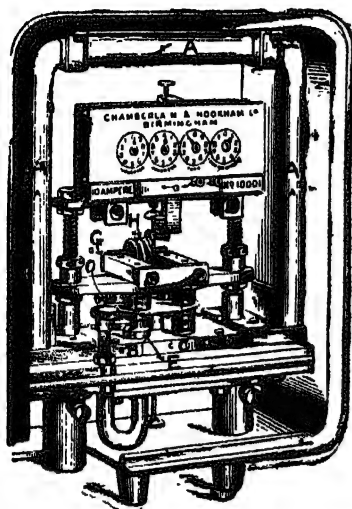
চিত্র—৪৪৭

অর্থাৎ  $EC$  এর অনুপাতে হয়। উপকরণের মধ্যে  
ব্যয়িত ক্ষমতা  $EC$  এই গুণ-ফলের অনুযায়ী। ঘূর্ণনকম কয়েলকে ঘুরাইয়া  
পূর্বস্থানে আনিতে যদি S টর্সান হেডকে (তৎসহ P কাঁটাকে)  $a^\circ$  ঘুরাইতে  
হয় তাহা হইলে টর্সান হেডে ঘূর্ণনবল  $a^\circ$  র অনুপাতিক এবং ইহা প্রবাহ  
হেতু ঘূর্ণনবলের সমান, সুতরাং  $EC \propto a$ , অর্থাৎ উপকরণের মধ্যে ব্যয়িত  
ওয়ার্ট =  $Ka$  ( $K$  = যন্ত্র অনুযায়ী কোন অপরিবর্তনীয় সংখ্যা, ইহা পরীক্ষা  
দ্বারা নির্ধারণ করিতে হয়)।

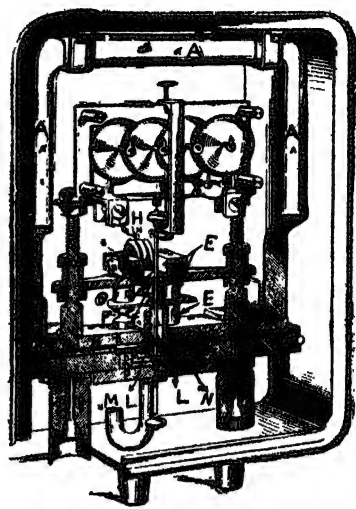
ব্যবহার :—ডাইরেক্ট কারেন্টের সহিত ব্যবহার করিবার সময় ঘূর্ণনকম  
কয়েলের তলকে চুম্বক ‘মেরিডিয়ানে’ লম্ব ভাবে রাখিতে হইবে, বাহাতে  
ইহার উপর ভূ-চুম্বকত্বের কোন ক্রিয়া না ঘটে, এবং সংযোজক তারগুলি  
খুব সন্নিহিত হওয়া প্রয়োজন, নচেৎ তাহাদের প্রবাহের দ্বারা ইহার উপর  
ক্রিয়া ঘটিতে পারে। অন্টারনেটিং কারেন্টের সহিত ব্যবহার্য ওয়াট-  
মিটারের কাঠাম ও ধারক প্রভৃতি অপরিচালকে প্রস্তুত হওয়া বিধেয়, নচেৎ  
তাহাদিগের মধ্যে এডিকারেন্ট হইবে ও তদ্বারা ঐ কয়েলের উপর ক্রিয়া  
ঘটিবে। এতদ্ব্যতীত স্থির কয়েলটি ছই পরিবর্তনীয় অংশে গঠিত হওয়া  
প্রয়োজন, বাহাতে ঘূর্ণনকম কয়েলের নিকট রাজ্যভেদকে পরিবর্তিত করিতে  
পারা যায়। সচরাচর ভোল্টমিটার কয়েলের সহিত একটি বাধা কয়েল (স্বীয়  
সম্প্রদানহীন) সিরিজে ব্যবহৃত হয়। বাহ্যিকচুম্বক রাজ্য হেতু  
আক্রান্ত হইলে প্রবাহের দিক বিপরীত করিয়া দ্বিতীয় বার পরীক্ষিত হয়।



পরিমাণ বা শক্তি-মাপক (Quantity or Energy meter) :—এরন (Aron) রুক মিটার—ইহাতে পাশাপাশি দুইটি



চিত্র—৪৪৮

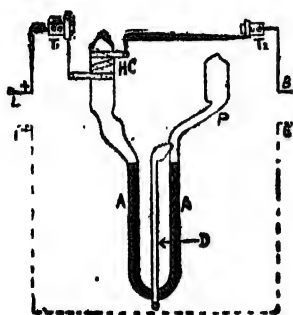


চিত্র—৪৪৯

পেণ্ডুলাম আছে। পেণ্ডুলামের গুলি (Bob) লৌহ নির্মিত ও কয়েল আবৃত এবং গুলিঘরের কয়েলঘর পরস্পরের সহিত সিরিজে সংযুক্ত ও লাইনের সহিত সাপ্টে, প্রত্যেক পেণ্ডুলামের ঠিক নিম্নে, একটি খাড়া সলিনয়েড থাকে। এই খাড়া সলিনয়েডঘর পরস্পরের সহিত সিরিজে একরূপ সংযুক্ত যে প্রবাহ বহিবার সময় একটি সলিনয়েডের উপরদিকস্থ গুলির সম্মিহিত শেষভাগে বিপরীত মেরু ও অপর কয়েল তত্পরিস্থ গুলির অনুরূপ মেরু সৃষ্টি হয়। সুতরাং একটি গুলি ও তন্নিম্নস্থ সলিনয়েডের মধ্যে আকর্ষণ হয়, সুতরাং এই পেণ্ডুলামের গতি বাড়িয়া যায়  $(t = 2 \pi \sqrt{\frac{l}{g}})$  এবং অপরগুলি ও তন্নিম্নস্থ সলিনয়েডের মধ্যে নিক্ষেপ হেতু পেণ্ডুলামের গতি কমিয়া যায়। পেণ্ডুলামঘরের গতির পার্থক্য চক্রে প্রযুক্ত হয়।

ইহা হইতে অ্যাম্প-ঘণ্টা (amp-hours) পরিমিত হয়। এক ভাব চাপ বিশিষ্ট পথে ওয়াট-ঘণ্টা বা B.O.T. ইউনিট ইহাতে পরিমিত হয়। আধুনিক ক্লক মিটারগুলিতে দম দিবার প্রয়োজন হয় না। ইহারা সেল্ফ ওয়াইণ্ডিং এবং ইহাদের মধ্যে অটোম্যাটিক রিভার্সিং গিয়ার থাকে। তদ্বারা প্রতি দশ মিনিট অন্তর গুলির কয়েলের মধ্যে প্রবাহ 'দক বিপরীত' হইয়া যায় ও এইভাবে ভারহীন সময়ের ভুল সংশোধিত হয়।

ম্যাক্সিমাম ডিমান্ড ইণ্ডিকেন্টারঃ—ইহা কঁাচের U আকৃতি A A একটি নলের দ্বারা প্রস্তুত, চিত্র ৪৫০। নলটির শেষভাগদ্বয়



চিত্র—৪৫০

বাহ্যে পরিণত ও একটি (ডানদিকের) নলের গাত্র হইতে একটি নল (D) আছে। উপর নলের বাহ্য (বামদিকের) একটি (H C) কয়েল দ্বারা ঘেঁরা; এই কয়েল সার্কিটের সহিত যোগ করিতে হয়। A A নলের মধ্যে কিছু পরিমাণ সালফিউরিক এসিড থাকে। H C কয়েল দিয়া প্রবাহ

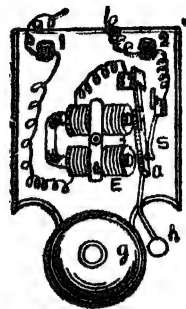
বহিবার সময় ইহা উত্তপ্ত হইয়া বাহ্য মধ্যস্থ বায়ুকে গরম করে। উত্তপ্ত বায়ুর বিস্তারণ হেতু সালফিউরিক এসিড D নলের মধ্যে চালিত হয়। D নলের মধ্যে চালিত এসিডের পরিমাণ বায়ুর তপ্ততা, স্রুতরাং কয়েলের মধ্য দিয়া কোন সময়ে বহমান গরিষ্ঠ প্রবাহ বেগ, অনুযায়ী হয়। এইভাবে কোন সময়ের মধ্যে সর্বাধিক অধিক কি. পরিমাণ প্রবাহ বহিয়াছে তাহা ধরা যায়।

## দ্বাবিংশ পরিচয় ।

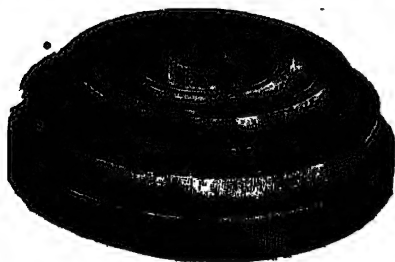
ইলেকট্রিক বেল, টেলিগ্রাফ ও টেলিফোন ।

ইলেকট্রিক বেল্‌স ( Electric Bells ) :—৪৫১ চিত্রে

বৈদ্যুতিক ঘণ্টার কাঠামো হইতে ইহার কাঠামোগ্রনালী  
বুঝিতে পারা যাইবে। ইহাতে E একটি  
বৈদ্যুতিক চুম্বক, a নরম লৌহের আর্মচার, ইহা  
প্রিং দ্বারা একটি স্থানে আবদ্ধ ও সাধারণ অবস্থায়  
S ( অপর প্রিং ) এর সহিত স্পর্শ করিয়া থাকে।  
২ টার্মিনাল S এর সহিত ও ১ টার্মিনাল চুম্বক  
কয়েলের এক শেষ ভাগের সহিত সংযুক্ত, কয়েলের  
অপর শেষভাগ a এর সহিত সংযুক্ত। টার্মিনাল  
দ্বয়কে একটি 'পুসের' মধ্য দিয়া লাইনের সহিত সংযুক্ত



চিত্র—৪৫১



চিত্র—৪৫২

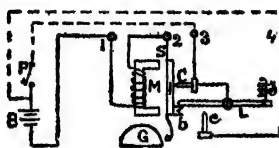
করিয়া 'পুস' টিপিলে বৈদ্যু-  
তিক পথ সম্পূর্ণ হয় ও কয়েলে  
প্রবাহ বহা হেতু E লৌহটি  
চুম্বকে পরিণত হইয়া a নরম  
লৌহকে আকর্ষণ করে ও h  
হাতুড়িটি g ঘণ্টার উপর  
পড়িয়া একটি আওয়াজ হয়।

কিন্তু এইসঙ্গে S ও a এর মধ্যে বিচ্ছেদ ঘটে বলিয়া প্রবাহ বন্ধ হইয়া যায়,  
সুতরাং E এর চুম্বকত্ব নষ্ট হেতু, প্রিং দ্বারা a পূর্বস্থানে S এর  
সংস্পর্শে আনীত হয়, এবং ভাখনও যদি 'পুস' টেপা থাকে তাহা হইলে

বৈজ্ঞানিক পথের সম্পূর্ণতা হেতু a উক্ত প্রকারে আকর্ষিত হইবে ও আওরাজ হইবে। এইরূপে যতক্ষণ 'পুসকে' টি'পয়া রাখা হইবে, অনবরত ঘটা বাজিতে থাকিবে। ভগ্নকালীন স্বীয় সম্ভাবনের বাড়তি প্রবাহ হেতু বিচ্ছেদ স্থান a ও S এর মধ্যে অগ্নিস্ফুল্লিত হয় বলিয়, যাহাতে ঐ স্থানের ধাতু ক্ষয়প্রাপ্ত না হয় সেইজন্য প্লাটিনাম বা প্লাটিনো-ইরিডিয়াম থাকে। ৪৫২ চিত্রে পুসের আকার দর্শিত হইল।

দ্রষ্টব্য :—যদি a কে S এর সম্মুখ দিয়া ২ এর সহিত সংযুক্ত না করিয়া সোলো-স্ট্রোক ২ এর সহিত সংযুক্ত করা হয়, তাহা হইলে 'সিঙ্গেল স্ট্রোক' (Single stroke) ঘটায় পরিণত হয়। ইহাতে পুস টিপিলে a আকর্ষিত হয় ও g ঘটায় উপর পড়িয়া একটি আওরাজ হয়, কিন্তু বৈজ্ঞানিক পথ সম্পূর্ণ থাকায় E লোহটির চুম্বকত্ব নষ্ট হয় না, হতরাং A আর কিরিয়া আসে না। একরূপ স্থলে প্রত্যেক আওরাজের জন্য পুসকে টিপিতে হয়।

কন্টিনিউয়াস বেল :—ইহাতে পুসকে একবার টিপিয়া ছাড়িয়া দিলেও ঘটা বরাবর বাজিতে থাকিবে। ৪৫৩ চিত্রে ইহার কাঠামো দর্শিত হইল। ইহাতে



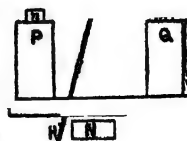
চিত্র—৪৫৩

আমের চার I হইতে একটু খাতু নির্গত হইয়া আছে এবং ঐ নির্গত অংশের উপর একটি লিভার L আছে। লিভারটি C এর সহিত সংলগ্ন। লিভারটির নিকট দ্বিতীয় একটি কন্টাক্ট জু c আছে, ইহা চতুর্থ টার্মিনাল ৪ সহিত সংযুক্ত। 'পুস' টিপিলে প্রবাহ P 3 C I 21 এই পথ দিয়া বহে। I আকর্ষিত হয় ও হাতুড়ি ঘটায় উপর পড়িয়া আওরাজ হয়। I আকর্ষিত হইলে L লিভার c এর উপর পড়িয়া বার এবং 'পুস' ছাড়িয়া দিলেও প্রবাহ অপর একটি পথ, যথা—4c L C I 21 দিয়া বহিতে থাকে ও ঘটা বাজিতে থাকে। ইহাকে থামাইবার জন্য L কে তুলিয়া পুনরায় নির্গত খাতুখণ্ড b এর উপর রাখিবার একটি ব্যবস্থা আছে।

পোলারাইজড বা ম্যাগনেটো বেল (Polarised or Magneto Bell) :—৪৫৪

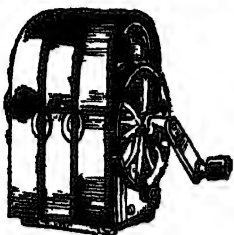
চিত্রে অন্টারনেট কারেক্টের সহিত ব্যবহারোপযোগী

ম্যাগনেটো বেলের কাঠামো দর্শিত হইল। ইহাতে A আমের চারটি R স্থানে একপভাবে আবদ্ধ যে স্থলিতে পারে এবং ঐ স্থানের সহিত H হাতুড়ীটি আবদ্ধ, হতরাং H স্থলিতে থাকিলে H একবার G, তৎপরে G' ঘটাকে বাজাইতে থাকে। N ও S একটি স্থায়ী অমল্লম্বাকৃতি চুম্বকের মেরুদণ্ড। চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে যে S কর্তৃক আমের চারের বামধানে উত্তর মেরু ও শেব ডানদিক দক্ষিণ মেরু s ও s', সম্ভাবিত



চিত্র—৪৫৪

হইবে, আর  $N$  কর্তৃক অবক্ষুরাকৃতি লৌহটির মাঝখানে (ইরোক) দক্ষিণ মেরু  $S'$  ও শেখতাপরয়ে উত্তর মেরু  $n$  ও  $n'$  সম্ভাবিত হইবে। এখন যদি অবক্ষুরাকৃতি লৌহটির কয়েলের মধ্য দিয়া একপ দিকে প্রবাহ বহে যে তদ্বারা  $Q$  শেখতাপে  $N$  মেরু ও  $P$  শেখ-



চিত্র ১৫৫

প্রবাহের দিক পরিবর্তনের সহিত একবার  $G$  ও তৎপরে  $G'$  এব উপর যা পড়িতে থাকে।

**রীলে (Relay) :**—ঘণ্টা দূরবর্তী স্থানে থাকিলে প্রবাহ বেগ এত কমিয়া যাঠিতে পারে যে (পুস টিপিলে) ঘণ্টা বাজিবার নিশ্চয়তা কিছু

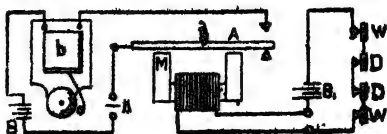


চিত্র—৪৫৬

থাকে না। একপ স্থলে রীলে ব্যবহার হয়। রীলের কাষ্যপ্রণালী ৪৫৬ চিত্রে হঠতে বুঝা যাঠবে। ইহা আমেরচার বিশিষ্ট বৈদ্যুতিক চুষক  $R$ । 'পুস' টিপিলে লাইনের প্রবাহ দ্বারা ইহা চুষকে পরিণত হইয়া আমের চাবকে আকর্ষণ করিয়া লয়। আমেরচার আকর্ষিত হইলে উত্তর প্রিং এর সহিত আংক  $K$  ও  $P$  এর সহিত সংস্পর্শ ঘটিয়া ঘণ্টার মধ্য দিয়া তত্রতা ব্যাটারি  $B$  এর পথ সম্পূর্ণ হয় ও তখন এই  $B$  ব্যাটারির প্রবাহ দ্বারা ঘণ্টা বাজিতে থাকে।

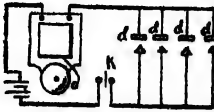
**চৌর প্রকৃতি গৃহে প্রবেশ সঙ্কেত :**—ইহাতে দরজা জানালা প্রভৃতিকে একপভাবে বেল সার্কিটের অন্তর্ভুক্ত করা হয়, যে ইহার পূনের কার্য করে। সচরাচর ইহা দুই প্রণালীর হয়—(১) সম্পূর্ণ পথ (Closed circuit system) (২) খোলা পথ (Open circuit system)। ৪৫৭ চিত্রে ক্লোজড সার্কিট সিস্টেম বর্ণিত হইয়াছে। সাধারণ অবস্থায় জানালা দরজা প্রভৃতির

সহিত সংযুক্ত  $B_1$  ব্যাটারি হঠতে প্রবাহ বহিতে থাকে ও তৎক্ষণে বৈদ্যুতিক চুষক  $M$  তাহার আমেরচার  $A$  কে আকর্ষণ করিয়া বেল সার্কিট খুলিয়া রাখে। দরজা জানালা খুলিলে  $B_1$  ব্যাটারির সার্কিট ভগ্ন হয়,



চিত্র—৪৫৭

স্বতন্ত্র বৈদ্যুতিক চুষকের চুষকত্ব নাশ হেতু অগ্নি সাহায্যে A আমেরচার দ্বারা বেল সার্কিট সম্পূর্ণ হয় ও ঘণ্টা বাজিতে থাকে। (ইহাতে চোর তাহার সন্নিহিত অর্থাৎ B ব্যাটারির তার সকলকে কাটিতে থাকে, কিন্তু তাহাতে বেল সার্কিটের কোন হানি হয় না)।

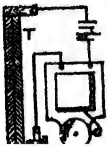


চিত্র—৪৫৮

৪৫৮ চিত্রে 'গুপন' সার্কিট সিস্টেম দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে জানালা দরজা প্রভৃতিকে খুলিলে, ঘণ্টার মধ্য দিয়া ব্যাটারির পথ সম্পূর্ণ হয় ও ঘণ্টা বাজিতে আরম্ভ করে। (কিন্তু তার কাটিয়া দিলে বেল সার্কিট ভগ্ন হয় ও ঘণ্টা থামিয়া যায়)।

ক্রোজড সার্কিট সিস্টেমে অনেকগুলি জানালা দরজা হইলে তাহাদিগকে সিরিজে এবং গুপন সার্কিট সিস্টেমে তাহাদিগকে প্যাবালাল ভাবে সংযুক্ত করিতে হয়। সচরাচর বেল সার্কিটে একটি সুইচ K ব্যবহৃত হয়, ইহার দ্বারা দিনের বেলায় ঐ স্থানে বেল সার্কিট খুলিয়া রাখে ও বাত্রে পুনরায় সংযোগ করিয়া বাধে। অনেক সময় এই সংযোগ করিতে ভুলিয়া গিয়া ঘণ্টা যন্ত্রের উপর দোষারোপ কবে।

কাঁধার এলাম বা থার্মোষ্ট্যাট :—সচরাচর প্রচলিত কাঁধার এলাম ৪৫৯

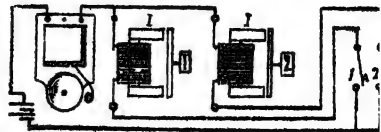


চিত্রে দর্শিত হইল। ইহাতে T খাড়া দণ্ডটি একটি লৌহ পাত ও একটি পিস্তল পাতকে একত্র আবদ্ধ করিয়া প্রস্তুত। লৌহপাতটি কণ্টাক্ট স্ক্রু দিকে থাকে। তপ্ততা বৃদ্ধিতে—যেহেতু লৌহ অপেক্ষা পিস্তলের বৃদ্ধি হার অধিক, দণ্ডটি ভিতর দিকে বাকিয়া আসে ও কালে

চিত্র—৪৫৯ কণ্টাক্ট স্ক্রু'কে স্পর্শ করিয়া বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ করে ও ঘণ্টা বাজিতে থাকে। অল্প এক প্রকার যন্ত্রে, একটি পাতের মধ্যে আবদ্ধ বায়ু তপ্ততা বৃদ্ধিতে বিস্তারিত হইয়া পাত্রেব ছিপিকে উঠাইয়া কণ্টাক্ট স্ক্রু সহিত স্পর্শকরাইয়া বেল সার্কিট সম্পূর্ণ করে।

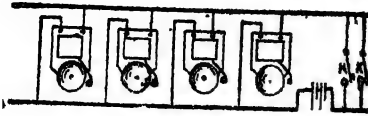
কান্নার ইন্ডিকেটর (Fire Indicator) :—ইহা অনেক প্রকারের হয়। কোনস্থান

হইতে ডাক হইতেছে তাহা কিরূপে জানা যায় ৪৬০ চিত্র হইতে সহজে বুঝা যাইবে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে বিভিন্ন স্থানের অল্প পৃথক ইন্ডিকেটর আছে। ইন্ডিকেটর

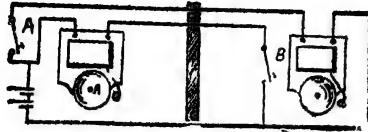


চিত্র—৪৬০

গুলি বৈদ্যুতিক চুষক। ইহাদের আমেরচারের সহিত একটি করিয়া নম্বর মেট আবদ্ধ থাকে। যে স্থান হইতে ডাকা হয়, তাহার ইন্ডিকেটর-কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে, আমেরচার আকর্ষিত হয় ও নম্বর মেট হইতে স্থান নির্দ্ধারিত হয়। একটি পুন টিপিয়া এক সঙ্গে



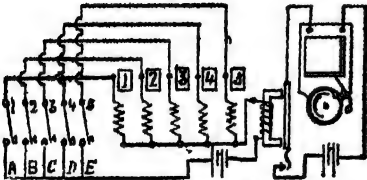
চিত্র—৪৬১



চিত্র—৪৬২



চিত্র—৪৬৩

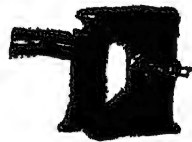


চিত্র—৪৬৪

অনেক গুলি ঘণ্টা বাজাইতে হইলে তাহাদিগকে প্যারাললে সংযুক্ত করিতে হইবে, চিত্র ৪৬১। ৪৬২ চিত্রে দৃষ্ট হইবে কিরূপে নিজের ঘণ্টা না বাজাইয়া A দ্বারা B এর ঘণ্টা ও B দ্বারা A এর ঘণ্টা বাজান হইতে পারে। ৪৬৩ চিত্রে বিশেষ প্রকার হুইচ (K) বা k এর সাহায্যে কিরূপে পৃথিবীকে যিটার্ণ ভাবে ব্যবহার করিরা, কেবল মাত্র একটি তার ব্যবহার দ্বারা, উক্ত কার্য সাধিত হয় দর্শিত হইয়াছে। সাধারণ অবস্থায় K উপর দিকে স্পর্শ করিরা থাকে। বাহাতে অপরের দ্বারা ঘণ্টা বাজান হইতে পারে K কে নিম্নের সহিত স্পর্শ করাইলে, অপরের ঘণ্টা বাজে। ৪৬৪ চিত্রে বিভিন্ন স্থান হইতে যথ্য এটি স্থান হইতে একটি ঘণ্টা বাজাইবার সংযোজনাদি দর্শিত হইয়াছে। কোন্ স্থান হইতে ডাকা হইতেছে নির্ধারণের নিমিত্ত প্রয়োজনীয় সংখ্যক (৫টি) ইন্ডিকেটর আছে।

বেল রিং ট্রালকরবার :—ইহা উচ্চ ভোল্টের বিদ্যুৎ

বেগকে অল্প ভোল্টের উপযোগী বিদ্যুৎ চাপে আনয়ন করিরা সাধারণ অল্প ভোল্ট উপযোগী বেলকে কার্য্য করায়, চিত্র—৪৬৫। অনেক সময় অল্প ভোল্টযুক্ত কারেন্টকে উচ্চ ভোল্টে লইবারও প্রয়োজন হয়। অর্টারনেটিং কারেন্ট সার-কিটেও অনেক সময় ইহার ব্যবহার দেখা যায়।



চিত্র—৪৬৫

টেলিগ্রাফ (Telegraph).

টেলিগ্রাফ :—একস্থান হইতে অন্যস্থানে সাক্ষাতিক বার্তা প্রেরণকে টেলিগ্রাফ বলে। যে স্থান হইতে বার্তা প্রেরিত হয় তাহাকে সেণ্ডিং স্টেশন (Sending Station) ও যেখানে বার্তা প্রেরিত হয়

তাহাকে 'রিসিভিং স্টেশন' (Receiving Station) বলে। টেলিগ্রাফ দুই প্রণালীর হয়—এক প্রণালীতে সেণ্ডিং স্টেশন হইতে রিসিভিং স্টেশন পর্যন্ত তার প্রয়োজন হয়, অপরটি আধুনিক বেতার বা 'অয়্যারলেস' (wireless) টেলিগ্রাফ। সাধারণ টেলিগ্রাফের প্রণালী—দুই বিভিন্ন সঙ্কেতের সমবায়ে এক ধারা বা ডাক (Code) প্রস্তুত হয়। পুরাতন প্রণালীতে একদিকের প্রবাহ দ্বারা একটি সঙ্কেত ও বিপরীত প্রবাহ দ্বারা অপর সঙ্কেত করা হয়। নূতন প্রণালীতে অল্পক্ষণস্থায়ী প্রবাহ দ্বারা একটি সঙ্কেত ও অপেক্ষাকৃত অধিককাল ব্যাপী প্রবাহ দ্বারা অপর সঙ্কেত হয়।



সিঙ্গেল নীডল (Single Needle) প্রণালী :—ইহাতে ট্রান্সমিটারে একটি হাণ্ডেল থাকে, চিত্র ৪৬৭, তদ্বারা উভয়দিকের মধ্যে যে কোন দিকে প্রবাহ পাঠান যায়। 'রিসিভারে' একটি চুম্বক সূচ প্রবাহের দিক অনুযায়ী ডানদিকে



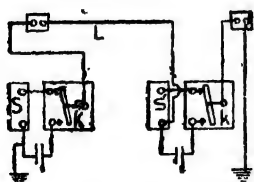
চিত্র—৪৬৭ অথবা বামদিকে ঘোরে। সূচের একদিকের ঘূর্ণন একটি সঙ্কেত, বিপরীত দিকের ঘূর্ণন অপর সঙ্কেত, ও সূচকে লক্ষ্য করিয়া সঙ্কেত ধরিতে হয়। কোন কোন স্থলে সূচের দুইদিকে দুইটি বিভিন্ন ধাতুর টুকরা আবদ্ধ থাকে, চিত্র ৪৬৬। সূচটি একদিকে একটি ধাতুকে ঘা মারিলে এক প্রকার শব্দ হয়, অপরদিকে অগ্র ধাতুকে ঘা মারিলে অগ্রপ্রকার শব্দ হয়, সুতরাং কর্ণের দ্বারা সঙ্কেত পাঠ হয়, চক্ষের প্রয়োজন হয় না।

মর্স প্রণালী (Morse System) :—ইহাতে ট্রান্সমিটার দ্বারা অল্পকালব্যাপী প্রবাহ ও অপেক্ষাকৃত অধিককাল ব্যাপী প্রবাহ দ্বারা বিভিন্ন সঙ্কেতসমূহ সাধিত হয়। কোন কোন রিসিভারে শব্দ হইবার ও কোন কোন রিসিভারে একেবারে বিন্দু (•Dot) ও দাঁড়ি (—Dash) এইভাবে ছাপা হইবার ব্যবস্থা থাকে।



**মস' সাউণ্ডার (Morse Sounder) :—**ইহা আমেরচার বিশিষ্ট একটি বৈদ্যুতিক চুষক। প্রবাহ বহিবার সময় আমেরচারটি আকর্ষিত হইয়া একটি দণ্ডের উপর আঘাত করিলে শব্দ হয় ও প্রবাহ বন্ধ হইলে আমেরচারটি ফিরিয়া গিয়া অপর একটি দণ্ডে আঘাত করিলে আবার শব্দ হয়। এই শব্দদ্বয়ের মধ্যে যে সময়ের ব্যবধান তাহা প্রবাহ বহিবার সময় নির্দেশ করিতেছে। এই শব্দদ্বয়ের মধ্যে সময়ের ব্যবধান অল্প হইলে “ডট” বলে। (—) ড্যাশ (-) উটের তিনগুণ।

**মস' প্রিন্টার (Morse Printer) :—**ইহাতে ঘড়ির গ্রায় একটি কলের দ্বারা কাঠিমে জড়ান ফিতার গ্রায় কাগজ গুটাইয়া যাহতে থাকে এবং একটি কালীবিশিষ্ট চাকা, প্রবাহ বহিবার সময়, কাগজের উপর স্পর্শ করিয়া, প্রবাহ অন্তরুণ স্থায়ী হইলে বিন্দুর গ্রায় ছোট দাগ (ডট্) ও অপেক্ষাকৃত অধিককণ স্থায়ী হইলে দাঁড়ির গ্রায় লম্বা দাগ (ড্যাশ) কাটে। এই ডট্ ও ড্যাশের বিভিন্ন সমবায় দ্বারা বিভিন্ন অক্ষর বা সংকেত সূচিত হয় ও কোড অনুযায়ী বার্তা নির্দ্ধারিত হয়। ৪৬৮ চিত্রে মস' প্রণালীর সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে S সাউণ্ডার, K চাবী



চিত্র—৪৬৮

(Key), L লাইন, ও ব্যাটারি আছে। যদি বাম-দিকের চাবীকে নামান যায় তাহা হইলে উহা উপরের কন্ট্যাক্টকে ত্যাগ করিবে এবং বাম-দিকের ব্যাটারি হইতে প্রবাহ এই চাবী দিয়া লাইনে ও তৎপরে ডানদিকের সাউণ্ডারের মধ্য দিয়া বহিয়া পৃথিবী দিয়া ফিরিয়া আসিবে।

**রীলে (Relay) :—**দূরত্ব অধিক হইলে প্রবাহ বেগ অত্যন্ত ক্ষীণ হইয়া যায়। এরূপস্থলে ক্ষীণ প্রবাহকে একটি



চিত্র—৪৬৯

‘রীলের’ মধ্য দিয়া প্রবাহিত করা হয়। রীলে, আমেরচার বিশিষ্ট একটি

বৈদ্যুতিক চুষক। প্রবাহ বহিবার সময় ইহার আয়তনের আকর্ষিত হইলে একটি ধাতুখণ্ডকে স্পর্শ করিয়া তত্রত্য একটি পৃথক ব্যাটারির বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ করে। এই পৃথক ব্যাটারির প্রবাহ সাউণ্ডারের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইয়া কার্য্য করে। ৪৬৯ চিত্রে R রীলে।

### ডুপ্লেক্স টেলিগ্রাফি (Duplex Telegraphy) :—

ইহা দ্বারা একসঙ্গে একটি তার দিয়া দুইদিকে বার্তা পাঠান যায়। দুই প্রকারে ইহা সাধিত হয়, (১) ব্রিজ, (২) ডিফারেন্সিয়াল সিস্টেম।

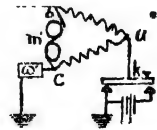
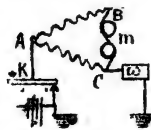
ব্রিজ সিস্টেম (Bridge System):—ইহাতে রিসিভার তদীয় সেন্ডার হইতে এক্রূপ দুই শাখার সহিত সংযুক্ত যে প্রেরিত প্রবাহ দ্বারা শাখাদ্বয়ের শেষভাগের পোটেনশিয়াল সমান বর্দ্ধিত হয়, সুতরাং রিসিভারের মধ্য দিয়া ঐ প্রবাহ বহে না। পরন্তু অল্পস্থান হইতে লাইনের মধ্য দিয়া আগত প্রবাহ দুইটি পৃথক পায়—তন্মধ্যে একটির বাধা অপরের বাধা অপেক্ষা অনেক অধিক। সেইজন্য প্রবাহ দুই অসমান অংশে বিভক্ত হয়, প্রবাহের এই পার্থক্য দ্বারা রিসিভারের মধ্যে ক্রিয়া সাধিত হয়। এই

প্রণালী ৪৭০ চিত্রে দর্শিত

হইয়াছে। ইহাতে m বাম-

দিকের রিসিভার, W এক্রূপ

একটি বাধা যে A হইতে



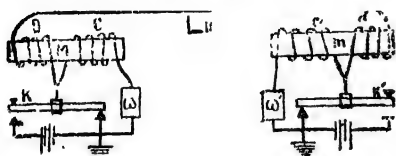
চিত্র—৪৭০

পৃথিবী পর্য্যন্ত পথ W এর মধ্য দিয়া ধরা হউক বা লাইনের মধ্য দিয়া দূরবর্তী স্টেশনের মধ্য দিয়া ধরা হউক, বাধা সমান। এবং A হইতে প্রবাহ দ্বারা B ও C এর পোটেনশিয়াল সমান বর্দ্ধিত হয়। সুতরাং বামদিকের চাবি K কে নামান হইলে m এর মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে না, m এর মধ্য দিয়া প্রবাহ বহা হেতু ক্রিয়া ঘটে। ঠিক সেইরূপ ডানদিকের চাবি k কে নামান হইলে m এর মধ্যে ক্রিয়া ঘটে না, m এর মধ্যে

ক্রিয়া ঘটে। এবং দুইটি স্থানেই একসঙ্গে কার্য্য করিতে থাকিলে এইরূপ ফলই হইবে।

**ডিফারেন্সিয়াল প্রণালী (Differential System) :—**

ইহাতে রিসিভারের কয়েল 'ডবল আউণ্ড' (Double wound) অর্থাৎ উভয়দিক দিয়া জড়ান। প্রেরিত প্রবাহ উভয়দিকে জড়ান কয়েলের মধ্য দিয়া বহে বলিয়া কোন ফল দর্শিত হয় না, কিন্তু আগত প্রবাহ একদিকে জড়ান কয়েলের মধ্য দিয়া বহে, সুতরাং ক্রিয়া সাধিত হয়। ৪৭১



চিত্র—৪৭১

চিত্রে এই প্রণালী দর্শিত হইয়াছে। M বামদিকের রিসিভার, ইহাতে বিপরীত দিকে জড়ান দুইটি সমান কয়েল D ও C আছে। একটি

w সহিত সংযুক্ত, অপরটি লাইনের সহিত সংযুক্ত। w বাধাটি এরূপ যে K কে নামাইলে w এর মধ্য দিয়া উভয় প্রবাহের পরিমাণ সমান হয়, এবং যেহেতু তাহাদের দ্বারা বিপরীত ফল হয়, M এ কোন ফল হয় না। কিন্তু লাইনের মধ্য দিয়া m এ যে প্রবাহ যায় তাহা উহার একটি কয়েল d এর মধ্য দিয়া বহে ও ক্রিয়া সাধিত হয়। যদি K ও K' উভয় চাবিকেই একসঙ্গে নামান যায় তাহা হইলে, দেখিতে গেলে লাইনের মধ্যে প্রবাহ বহিবে না, কিন্তু w ও w' এর মধ্যে বহমান প্রবাহ তাহাদের সহিত সিরিজে সংযুক্ত C ও c কয়েলের মধ্য দিয়া বহিবে এবং C ও c এর মধ্যে ক্রিয়া সাধিত হইবে। লাইন খুব লম্বা হইলে উহার কেপাসিটী অধিক হওয়া হেতু কার্যের ব্যাঘাত হয়, এইজন্য কণ্ডেন্সার ব্যবহার করিতে হয়। এবং জলমগ্ন তারের (Submarine Cable) পক্ষেও কণ্ডেন্সার প্রয়োজন হয়।

**টেলিগ্রাফের তার :—** সাধারণতঃ এগুলি গ্যালভানাইজড সোলের তার, কিন্তু আজ-

কাল তাত্র তারও ব্যবহার হইতেছে। শূন্যগামী তার অনাবৃত থাকে, কেবলমাত্র উহারা তাহাদের ধারক হইতে রোধিত। মাটি বা জলের মধ্য দিয়া যে তার বায় তাহার বিশেষ ভাবে রোধিত এবং কনডুইটের (Conduit) মধ্যে থাকে। সমুদ্রের মধ্যদিয়া যে তার

বায় তাহা খুব শক্ত হওয়া প্রয়োজন।

৪৭২ চিত্রে সাবমেরিন কেবল্ দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে ঠিক মধ্য স্থলে কতকগুলি সরু তার তার একত্র আছে, তাহার উপর কয়েক



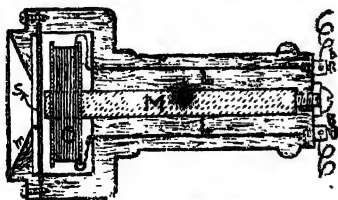
চিত্র—৪৭২

স্তর গাটা পার্কা আছে, তৎপরে আল্কাতরা সিল্ক চট জড়ান আছে—ও তড়ুপরি, শক্ত করিবার জন্য, আল্কাতরা সিল্ক চট জড়ান স্তর তার দ্বারা আবৃত।

**টেলিগ্রাফ লাইনের দোষ:**—মাটি বা জল মধ্যস্থ কেবলে অন্তর্ভাগস্থ তাত্র তার ছিন্ন হওয়া বা কেবলটি ছিন্ন হওয়া হেতু অথবা ভগ্নস্থান বা যেখানে ইনসুলেশন ঠিক মত নাই সেইস্থান দিয়া তামা ও মাটির মধ্যে সর্ট সার্কিট হইয়া যাওয়া হেতু দোষ সকল ঘটে। শূন্যগামী তার ধৃত স্থানে ভূ-সংলগ্ন হওয়া বা সন্নিহিত দুইটি তার স্পর্শ হইয়া যাওয়া হেতু দোষ ঘটে। টেলিগ্রাফের তার কোনস্থানে একেবারে ছিন্ন হইলে পরীক্ষা যন্ত্রে ইহার বাধা অশেষ (Infinite) দৃষ্ট হইবে, অথবা গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিবে না। আংশিক ছেদ ঘটিলে থাকিলে দৃষ্ট হইবে ইহার বাধা অত্যন্ত অধিক এবং 'লোক' হইতে থাকিলে দৃষ্ট হইবে ইহার বাধা অত্যন্ত অল্প। অর্থ রিটার্ন লাইনে কোন স্থানে মাটির সহিত সর্ট সার্কিট ঘটতে পারে, ইহাকে 'ফুল আর্থ ফল্ট' (Full earth fault) বলে। এক্ষণে দোষ কোথায় ঘটয়াছে তাহা হিসাব করিয়া বাহির করা চলে, যথা—যদি কোন কেবলের প্রতি মাইলে বাধা হয় ২ ওম, এবং যদি কেবলটি ১০০ মাইল লম্বা হয়, তাহা হইলে কেবলের মোট বাধা হওয়া উচিত  $২ \times ১০০ = ২০০$  ওম। কিন্তু যদি দৃষ্ট হয় লাইনের বাধা ১৬০ ওম (ইহা ২০০ ওম অপেক্ষা কম হইবে) দাঁড়াইতেছে, তাহা হইলে  $২৫০ - ১৬০ = ৯০$  মাইল, অর্থাৎ ৯০ মাইল দূরে সর্ট সার্কিট ঘটয়াছে।

**টেলিফোন (Telephone):**—ইহা দ্বারা শব্দ একস্থান

হইতে অন্ত্র চালিত হয় শব্দ শক্তি উদ্ভূত বৈদ্যুতিক শক্তি একশক্তিতে



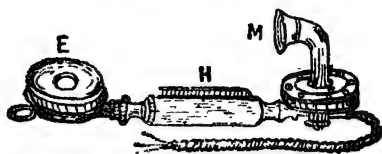
চিত্র—৪৭৩

পরিণত হয়। ৪৭৩ চিত্রে টেলিফোনের সেকসান হইতে ইহার কার্যপ্রণালী বুঝা যাইবে। ইহাতে এবনাইট বা কাষ্টকেসের মধ্যে M একটি স্থায়ী চুম্বক,

উহার এক শেষভাগে C একটি কয়েল, কয়েলের শেষভাগদ্বয় কাঠখণ্ডের অত্র প্রান্তস্থ B ও b বন্ধন ক্ষুদ্রমের সহিত কাঠের মধ্য দিয়া L L' তার দ্বারা সংযুক্ত। চুষকটির সম্মুখে খুব নিকটে S একটি নরম লৌহের চাকাত, m মাউথ পিস (Mouth piece) ও কাঠখণ্ডের অন্তরা ক্ষু দ্বারা আবদ্ধ আছে। মাউথ পিসের সম্মুখে কথা কহিলে শব্দময় বায়ুর স্পন্দন দ্বারা লৌহপাতটি স্পন্দিত হয়, সুতরাং উহা একবার চুষকের সন্নিহিত ও তৎপরেই উহা হইতে দূরবর্তী হইতে থাকে। যেহেতু লৌহ চুষকের সন্নিহিত হইলেই চুষকোদ্ভূত বলরেখার সংখ্যা পরিধিক্তিত হয় এবং উহা চুষক হইতে দূরে সরিয়া যাইলে বলরেখার সংখ্যা কমিয়া যায়, লৌহপাতটির স্পন্দনকালে কয়েলের মধ্যে বলরেখার সংখ্যা পরিবর্তিত হয় ও পাতটির স্পন্দন (সুতরাং উচ্চারিত শব্দ) অনুযায়ী কয়েলের মধ্যে ই, এম, এফ. সম্ভাবিত হয়। কয়েলের শেষভাগদ্বয় (B ও b বন্ধন ক্ষু হইতে) যদি ঠিক একরূপ আর একটি যন্ত্রের মধ্য দিয়া সংযোজিত হয়, তাহা হইলে এই সম্ভাবিত ই, এম, এফ, অনুযায়ী প্রবাহ দ্বিতীয় যন্ত্রটির কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবে ও তজ্জন্ত প্রবাহ অনুযায়ী তাহার চুষক তেজের হ্রাস বৃদ্ধি ঘটবে। চুষক তেজ বৃদ্ধি পাইলে তাহার লৌহপাতটি চুষকের সন্নিহিত হইবে ও চুষক তেজ হ্রাস হইলে লৌহপাতটি দূরে সরিয়া যাইবে ও এইভাবে লৌহপাতটির স্পন্দন ঘটবে। এবং দৃষ্ট হইবে প্রথম যন্ত্রের লৌহপাতের যেকোন স্পন্দন হইবে, তদ্ব্যতিক্রম সম্ভাবিত প্রবাহ দ্বারা দ্বিতীয় যন্ত্রে লৌহপাতের ঠিক সেইরূপ স্পন্দন ঘটবে এবং দ্বিতীয় যন্ত্রের লৌহপাতের এই স্পন্দন দ্বারা তৎসন্নিহিত বায়ু স্পন্দিত হইয়া উচ্চারিত শব্দের মত শব্দ উৎপন্ন করিবে। এস্থলে দৃষ্ট হইবে যে একই যন্ত্রকে ট্রান্সমিটার ও রিসিভার ভাবে ব্যবহার করা যাইতে পারে এবং পূর্বে তাহাই হইত, কিন্তু আধুনিক টেলিফোন যন্ত্রে পূর্বোক্ত যন্ত্রটি রিসিভার ভাবে ব্যবহৃত হয়, এবং মাইক্রোফোন নামে দ্বিতীয় অবলম্বন

ট্রান্সমিটারের কার্য করে। এই মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটার ও রিসিভার একটি হ্যাণ্ডলের দুইদিকে এরূপভাবে আবদ্ধ যে ট্রান্সমিটারকে মুখের নিকট ধরিলে রিসিভার কাণের নিকট আসে। চিত্র—

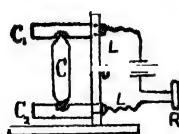
৪৭৪, M মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটার, E রিসিভার হ্যাণ্ডেল সুইচ। ট্রান্সমিটারকে



চিত্র—৪৭৪

‘মাউথ পিস’ ও রিসিভারকে ‘ইয়ার পিস’ (Ear piece) বলে।

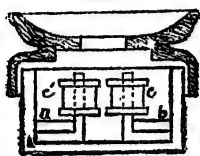
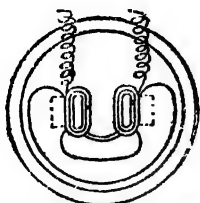
**মাইক্রোফোন (Microphone) :—**বৈদ্যুতিক পথের আলগা সংযোগস্থলের বাধা বিশেষতঃ কার্বনের বেলায়, শব্দ জ্বলিত স্পন্দন দ্বারা বিশেষ পরিবর্তিত হয়, সুতরাং ব্যাটারির সহিত সংযুক্ত থাকিলে বাধা অনুযায়ী বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ বহিবে। যথা ৪৭৫ চিত্রে C



চিত্র—৪৭৫

একটি কার্বন দণ্ড  $C_1$  ও  $C_2$  দুইটি কার্বন দণ্ডের খাঁজে আলগাভাবে ধৃত এবং  $C_1$  হইতে একটি তার ব্যাটারি, তাহা হইতে রিসিভার R এর মধ্য হইয়া  $C_2$ তে ফিরিয়া আসিয়াছে।  $C_1$  ও  $C_2$  একটি অপরিচালক দণ্ডে আবদ্ধ। Cএর সম্মুখে ঈষৎ শব্দ করিলে তাহা Rএ প্রতীত হইবে। শব্দ বা বায়ুর স্পন্দন দ্বারা C এর স্পন্দন হেতু  $C_1$  ও  $C_2$  এর সহিত C এর সংযোগ স্থানদ্বয়ের বাধা বিশেষ পরিবর্তিত হইতে থাকে। ও তজ্জন্ত ব্যাটারি হইতে বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ বহমান হয়। এই প্রবাহ সিরিজে সংযুক্ত R এর মধ্য দিয়াও বহে ও তদ্বারা ইহার লৌহপাতটি ঐ ভাবে স্পন্দিত হইয়া শব্দ উৎপন্ন করে। আধুনিক মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটারে Cএর পরিবর্তে কার্বনের গুঁড়া দুইটি কার্বনথণ্ডের অন্তর সংরক্ষিত। এই কার্বন থণ্ড দুইটির মধ্যে একটি একটি স্বকের সহিত সংযুক্ত, যাহাতে শব্দ হেতু স্বকের স্পন্দন দ্বারা ইহা স্পন্দিত হয় এবং

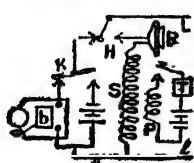
সাহায্যে সমস্ত কার্জন শুঁড়াগুলি একসঙ্গে একটি নীরেট কার্কমের মত নড়িয়া না যায়, তাহার ব্যবস্থা থাকে। এই মাইক্রোফোন বিপরীত কার্যক্ষম নহে, অর্থাৎ রিসিভারের কার্য করিতে পারে না, কারণ বিভিন্ন পরিমাণের প্রবাহ দ্বারা ইহার এরূপ স্পন্দন হয় না যে তদ্বারা শ্রুতিগোচর শব্দ হয়। তবে সুবিধা এই যে সামান্য শব্দেও সূচাকর্ষ কার্য করে। এই নিমিত্ত ইহা ট্রান্সমিটার ও পূর্বোক্ত যন্ত্রটি রিসিভার ভাবে ব্যবহৃত হয়। ইহা ছাড়া একটি ইণ্ডাকসান কয়েল প্রয়োজন হয়। চিত্র ৪৭৬



চিত্র—৪৭৬

একটি মাইক্রোফোনের 'প্ল্যান ও সেকসান'।

টেলিফোনে ইনডাকসান কয়েলের কার্য :— ইহা দ্বারা ট্রান্সমিটারকে অল্প বাধা বিশিষ্ট করা হয় যাহাতে অল্পপাতে বাধার পরিবর্তন অধিক হয়। সাধারণ ট্রান্সমিটারে সর্বদাট লাইনের



মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে, কিন্তু ইহাতে তাহা হয় না; এবং ইহা দ্বারা ই, এম, এফ, পরিবর্তিত হয় বলিয়া লাইনের অধিক বাধা অতিক্রম করা হয়। এগুলি

৪৭৭ চিত্র দেখিলে বুঝা যাইবে। ইহাতে ব্যাটারি

চিত্র—৪৭৭ . সমেত মাইক্রোফোন প্রাইমারী কয়েলের সহিত ও লাইন সেকেন্ডারী কয়েলের সহিত সংযুক্ত, সুতরাং ব্যাটারির প্রবাহ লাইনের মধ্য দিয়া বহে না, কেবলমাত্র সেকেন্ডারীতে সম্ভাবিত প্রবাহ লাইনের মধ্য দিয়া বহে ও ইহার ভোল্টেজ সেকেন্ডারীর পাকসংখ্যানুপাতে (প্রাইমারীর সহিত তুলনায়) বর্দ্ধিত হয়। অধিকন্তু সাহায্যে ব্যাটারির প্রবাহ প্রাইমারীর মধ্য দিয়া, কেবলমাত্র টেলিফোন ব্যবহার কালে, প্রবাহিত হয় তজ্জন্ত একটি সুইচের ব্যবস্থা থাকে। এ ছাড়া কোন স্থান

হইতে খবর আসিয়াছে কিনা দূর হইতে জ্ঞানিবার নিমিত্ত কোন সঙ্কেত, যথা, ঘণ্টা বাজা বা আলো জ্বলিবার ব্যবস্থা থাকে। যথা ৪৪৭ চিত্রে ঘণ্টা বাজিবার ব্যবস্থা দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে রিসিভার একটি ছকের উপর স্থাপিত। রিসিভারের ভাৱে ছকটি নামিয়া যাইয়া লাইনকে ঘণ্টার মধ্য দিয়া সংযুক্ত রাখে, সুতরাং বাহির হইতে আগত প্রবাহ দ্বারা ঘণ্টা বাজে। রিসিভারকে ছক হইতে তুলিয়া লইলে লাইন ঘণ্টা হইতে বিযুক্ত হইয়া সেকেন্ডারীর মধ্য দিয়া সংযুক্ত হয় ও কথা শুনা যায় এবং এইসঙ্গে প্রাইমারীর সুইচও সংযুক্ত হয়, সুতরাং মাইক্রোফোনে কথা বলা চলে।

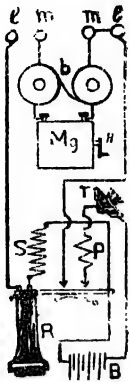
ডাকিবার প্রণালী :—টেলিফোন সাহায্যে কথা কহিতে হইলে, যাহার সহিত কথা কহিতে হইবে তাহাকে প্রথমতঃ ডাকিবার প্রয়োজন হয়। এই ডাকা কার্য নিম্নলিখিত কয়েক প্রণালীতে হয়। (১) ম্যাগনেটো যন্ত্রের দ্বারা :—ইহা টেলিফোন যন্ত্রের সহিত একত্র থাকে এবং বিশেষ দেখা শুনা প্রয়োজন করে না। ৪৭৮ চিত্রে ম্যাগনেটো দ্বারা ঘণ্টা বাজাইয়া সঙ্কেত পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে।

(২) ব্যাটারি দ্বারা :—ইহা ৪৭৭ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। এই ব্যাটারি টেলিফোন যন্ত্রের নিকটেই থাকে। সকল সময় ব্যাটারি কার্যোপযুক্ত আছে কিনা লক্ষ্য রাখিতে হয়। এই ব্যাটারি সচরাচর প্রাইমারী সেল।

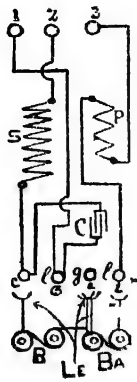
(৩) সেন্ট্রাল কারেন্ট সিস্টেম (Central Current System) :—ইহাতে এক্সচেঞ্জে ব্যাটারি বা ডায়নামো থাকে এবং ট্রেসন হইতেই তাহার প্রবাহ ব্যবহার করে।

ডাকিবার উপায় :—ইহা সাধারণতঃ বৈদ্যুতিক ঘণ্টা বা হাঁওকেটোর দ্বারা সাধিত হয়। অনেকস্থলে ল্যাম্প জ্বলিবার ব্যবস্থা ও থাকে। ছক হইতে টেলিফোন যন্ত্রকে উঠাইলেই এক্সচেঞ্জে আলো জলে, তখন যে ব্যক্তির সহিত কথা কহিতে চায় এক্সচেঞ্জের লোক তাহার লাইনের সহিত ইহার লাইন সংযুক্ত করিয়া দেয় (এই সময় একটি শব্দ হয়)। কথা





চিত্র—৪৭৮



চিত্র—৪৭৯

শেষ হইয়া গেলে যন্ত্রটি ছকের উপর রাখিলে অপর আলো জ্বলে। তখন এক্সচেঞ্জের লোক লাইন কাটিয়া দেয়। ৪৭৭ চিত্রে খেল বক্সের আধুনিক আভ্যন্তরিক সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ৪৭৮ চিত্রে ম্যাগনেটো সেটের সংযোজন দর্শিত হইয়াছে। ৪৭৯ চিত্রে একই লাইনে টেলিফোন ও মস' টেলিগ্রাফ কার্য সাধন প্রণালী দর্শিত হইয়াছে।

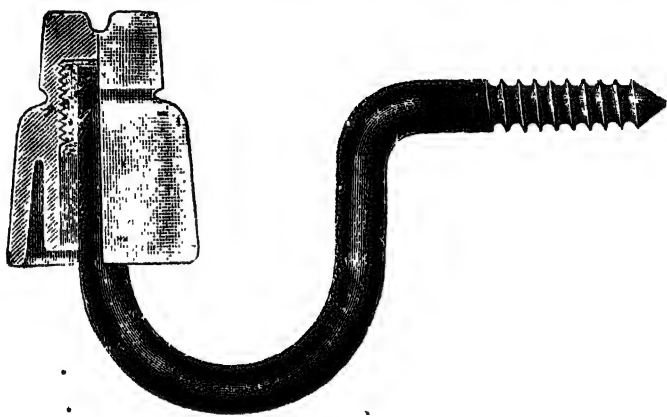
### অনুশীলনী।

- ১। টেলিফোনে ব্যবহৃত মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটার চিত্র সহ বিবরণ কর।
- ২। রীলে দ্বারা বেল এর কার্য পদ্ধতি চিত্রসহ বর্ণনা কর।
- ৩। বেল, টেলিগ্রাফ ও টেলিফোনে বৈদ্যুতিক চুম্বক ব্যবহারের উদ্দেশ্য কি ?
- ৪। একটি জলমগ্ন কেবুল এর কোন স্থানে 'ফুল-আর্থকস্ট' ঘটয়া থাকিলে কিরূপে ধরিবে কত দূরে উহা ঘটিয়াছে।
- ৫। টেলিফোন যন্ত্রে ইণ্ডাক্সান করেক ব্যবহারের উদ্দেশ্য কি ?
- ৬। ইলেকট্রিক বেল সকল দিরিঞ্জ ভাবে সংযুক্ত হইলে ঠিক মত কার্য করে না—তাহার কারণ কি ?
- ৭। ম্যাগনেটো বেল এ স্থায়ী চুম্বক কেন ব্যবহৃত হয়।
- ৮। টেলিফোনে কিরূপে শব্দ শক্তি বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয় ও ঐ বৈদ্যুতিক শক্তি হইতে কিরূপে পুনরায় শব্দ শক্তি পাওয়া যায় ?
- ৯। কণ্টিনিউয়াস রিজিং বেল কাহাকে বলে। ইহার সংযোজনাদির চিত্র অঙ্কন কর।

## ত্রয়োবিংশ পরিচয় ।

### তার খাটান ( Wiring ) ।

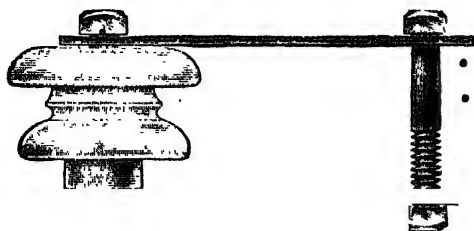
বৈদ্যুতিক শক্তি সহজে ধাতু পদার্থ অবলম্বনে প্রবাহিত হইতে পারে পূর্বেই বলা হইয়াছে । ঐ ধাতু সকল বিদ্যুৎ প্রবাহ কালে নিজ নিজ



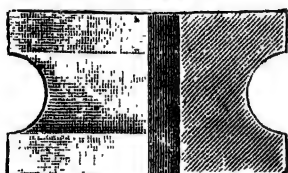
চিত্র—৪৮০

গুণ ধর্ম্য হেতু ঐ প্রবাহের অগাধিক প্রতিরোধের কারণ হয় । সেইজন্য বৈদ্যুতিক শক্তি চালনা করিতে হইলে যে ধাতু সর্বাপেক্ষা সহজ পথ প্রদান করে অর্থাৎ প্রবাহে কম বাধা প্রদান করে, তাহাকেই ব্যবহার করা বিধেয় । এই বিষয়ে তাম্রকেই কার্য্যপোষণী ধাতু বলিয়া স্বীকৃত হয় । এই ধাতুকে তারের আকৃতিতে পরিণত করিয়া বৈদ্যুতিক শক্তির পরিচালনা করা যায় । এই তারের ব্যাসের মাপ প্রভৃতি বৈদ্যুতিক শক্তির পরিমাপের উপর নির্ভর করে, ইহার হিসাব পূর্বেই বলা হইয়াছে । বাহাতে সহজে অক্সিডাইজড না হয় অর্থাৎ মরিচা না পড়ে, তজ্জন্য তারের উপর

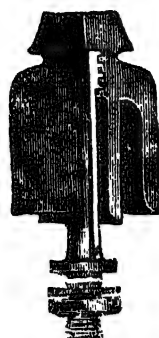
টিনের কলাই থাকি বিধেয়। বৈদ্যুতিক শক্তি সম্পন্ন তার ভূমি বা অর্পণ



চিত্র—৪৮১



চিত্র—৪৮২



চিত্র—৪৮৩

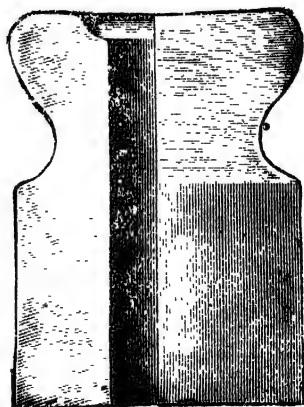
কোন বিদ্যুৎ প্রবাহক ধাতুর সহিত সংযুক্ত হইলে তদ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হইতে পারে, সেইজন্য বিভিন্ন স্থান দিয়া তারকে লইয়া যাইতে হইলে ঐ তারের উপর এমন কোন পদার্থ দ্বারা বেঁধেন করিতে হয় যাহাতে ঐ তারের বৈদ্যুতিক শক্তি গন্তব্য পথ হইতে অন্য কোন দিকে প্রবাহিত হইতে না পারে। তারের এই বেঁধেনকে ইনসুলেসান (Insulation) বলা হয়। এই ইনসুলেসানের মাত্রা যত অধিক হয়, বিদ্যুৎপ্রবাহক তার ততই বিশ্বাস যোগ্য হয়। আবার অনর্থক অধিক ইনসুলেসান করিয়া তারের মূল্য ও আকৃতি বৃদ্ধিও নিশ্চয়োজন।

বৈদ্যুতিক শক্তি বহনকারী তার স্থান হিসাবে খাটাইবার জন্য বিভিন্ন প্রণালী অবলম্বন করা যায় ও নানা প্রকার সংযোজক উপকরণের (Fittings) প্রয়োজন হয়। এই তার শূন্য মার্গ দিয়া, ভূমির মধ্য দিয়া বা জলের মধ্য দিয়া লইয়া যাইবার প্রয়োজন হয়। অতএব তারের ইনসুলেসানও সেই হিসাবে করিতে হয়।

হাউস অয়ারিং কার্যে যে তার ব্যবহৃত হয় তাহাতে সাধারণতঃ এক পর্দা ভাল রবারের আবরণ, এই আবরণকে রক্ষা করিবার নিমিত্ত এক পর্দা ফিতা বা সূতার বুনান, তৎপরে আর এক পর্দা রবার ও তত্বপরি ফিতা বা সূতার বুনান থাকে। যাহাতে সূতার বুনানটি ড্যাম্পে নষ্ট না হয়, তজ্জন্ত ইহাকে মোমে বা আলকাৎরা প্রস্তুত বার্গিশে (marline) সিক্ত করা হয়। দুইটি তারকে একত্র সংযোগ করিবার সময় এই ইনসুলেসানকে চাঁচিয়া ও কাটিয়া তুলিয়া দিয়া প্রয়োজনমত নির্মাল ধাতব তার বাহির করিতে হয়, এই সময় বিশেষ দৃষ্টি রাখা কর্তব্য যেন ফিতার বা বুনানের সূতা উঠিয়া না থাকে, কারণ তদ্বারা 'লীক' (Leak) হইতে অর্থাৎ অজ্ঞাতসারে অনর্থক চুয়াইতে পারে এবং সংযোগ স্থানের উভয় দিকে এক ইঞ্চি পরিমিত স্থানের বুনান উঠাইয়া দেওয়া কর্তব্য।

যে কোন বাড়ি বা গৃহে বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহক তার বাতি ও পাখা প্রভৃতির জন্ত নিম্নলিখিত প্রণালী-গুলিতে খাটান যাইতে পারে—

- ১। ক্লিট দ্বারা (Cleat wiring)
- ২। কাঠের কেসিং দ্বারা (Wood casing wiring)
- ৩। লৌহের পাইপের মধ্য দিয়া (Conduit wiring)
- ৪। সীসার দ্বারা বেষ্টিত তার দ্বারা (Lead covered wiring, Henley's system)।



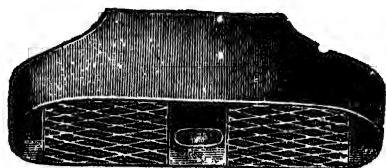
চিত্র—৪৮৪

১। ক্লিট দ্বারা তার খাটান (Cleat wiring) :—  
গৃহের বা বাটীর মধ্যে তার খাটাইতে হইলে যদিও তারকে ইনসুলেট

করা হয়, তথাপি গৃহের দেওয়াল হইতে স্যাঁওতা বা ড্যাম্প লাগিলে



চিত্র—৪৮৫



চিত্র—৪৮৬

তারের ইনসুলেশানের ক্ষতি হয় ও ক্রমশঃ তার হইতে বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হয়, সেইজন্য সাধারণ ইনসুলেশান যুক্ত তারকে চীনা মাটির টিকরা বা ক্লিটের উপর দিয়া লইয়া যাওয়া হয়, তাহাতে তার দেওয়ালের সহিত সংযোগ হয় না। এইরূপ অয়ারিংকে ক্লিট অয়ারিং বলা হয় ৪৮৬ চিত্রে ক্লিট ও ৪৮৭ চিত্র তার লইয়া যাওয়া দেখান হইল। দেওয়ালের সহিত ক্লিট লাগাইতে হইলে প্রথমে দেওয়ালে ছিদ্র করিয়া উহার মধ্যে কাঠের গুলি, পিন বা প্যানা প্রবেশ করাইয়া দিতে হয় ও প্রয়োজন হইলে ঐ প্যানাগুলি সিমেন্ট মাটি দিয়া আঁটিতে হয়।



চিত্র—৪৮৭

প্যানাগুলির সাইজ ১২ হইতে ২ ইঞ্চি লম্বা ও ১ ইঞ্চি চৌকো কাঠ হইতে প্রস্তুত হয়। ৪৮৭ চিত্রে পিন পোতা চিত্র দেওয়া হইল। এই পিন ৩ ফুট অন্তর ফিট করা বিধেয়। আর এক প্রকারে কঠিন দেওয়ালের সহিত ক্লিট, সীসা মোড়া তার ও কেসিং ফিট করিবার রীতি আছে। দেওয়ালে যদি অধিক গর্ত করিবার আপত্তি থাকে বা দেওয়াল

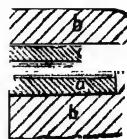
কাঁচের, পাথরের বা চীনা মাটির হয়, তবে একটি ভোমর বা ড্রিল (Drill)



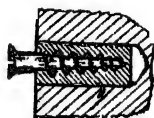
চিত্র—৪৮৮

চিত্র ৪৮৮ দ্বারা ঐ  
দেওয়ালে ৩ স্ততা  
(৩'') মোটাগর্ত প্রায়

১ ইঞ্চি আন্দাজ করিতে হইবে, তৎপরে ঐ ভোমর  
বাহির করিয়া ঐ গর্তের মধ্যে সরু পাট কাঠির ন্যায়  
স্ততার বোনা পিন প্রবেশ করাইয়া দিতে হইবে।  
তৎপরে এই পিনের মধ্যে ক্ষু প্রবেশ করাইয়া দিলেই  
এই পিন দেওয়ালের সহিত দৃঢ়ভাবে আঁটিয়া যাইবে।  
এই পাট কাঠির (পাঁকাটী) স্থায় বোনা প্যানার  
নাম রাওয়াল প্লাগ (Rowal Plug) রাখা হইয়াছে।



চিত্র—৪৮৯



চিত্র—৪৯০

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে, বৈদ্যুতিক শক্তি চালনা  
করিতে হইলে উহার জন্ত একটি গন্তব্য পথ ও আর  
একটি প্রত্যাবর্তনের পথ থাকা প্রয়োজন। এইজন্ত তার খাটাইবার সময়  
প্রায় সর্বদা দুইটি করিয়া তার খাটান প্রয়োজন হয়। ইংরাজীতে, এই  
দুইটি তারের, যেটি দিয়া প্রবাহ যায় তাহাকে লীড (Lead) ও যেটি দিয়া  
প্রত্যাবর্তন করে তাহাকে রিটার্ন (Return) বলা যায়। বাহাতে  
লীড ও রিটার্নের মধ্যে সংশয় না হয় তজ্জন্ত সচরাচর লীডকে (Lead)  
বামদিকে (Left) ও রিটার্নকে (Return) ডানদিকে (Right)  
রাখা হয়, কোথাও বা লাল ও কাল তার ব্যবহার করে, লাল তারটী লীড  
হয়। তারকে যখন কোন দেওয়ালের মধ্য ভেদ করিয়া চলিতে হয়, তখন  
দেওয়ালের মধ্যের তারের অংশকে সীসার পাইপ বা চীনা মাটির পাইপের  
মধ্য দিয়া লইতে হয়, তাহাতে ঐ তারে স্যাঁততা বা ডাম্প লাগিয়া ভূমি  
সংলগ্ন হইবার আশঙ্কা থাকে না। এই তার আবরণকারী পাইপের শেষ  
দুইটি ভাগ অন্ততঃ দেওয়াল হইতে ৬ ইঞ্চি আন্দাজ বাহির হইয়া থাকা

উচিত। গৃহে তার খাটাইবার সময় দুইটি তারকে জুড়িতে হইলে, প্রথমে ঐ তার দুইটির শেষভাগের ইনসুলেশান পৃথক করিতে হইবে। ইহা একটি ছুরীর সাহায্যে হইয়া থাকে। ছুরী দিয়া ইনসুলেশান কাটিবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন ছুরীর আঘাত বা দাগ তারে না পড়ে। তাহাতে তার যথম হয় এবং সেই দাগ ধরিয়া তারটি ছিড়িয়া যাইতে পারে। আবশ্যক মত ইনসুলেশান ছাড়াইয়া তারটিকে মিহি শিরিস কাগজ দ্বারা পরিষ্কৃত করিয়া লইতে হয়, নতুবা অপরিষ্কার তারের সংযোগে বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহের বিষয় ঘটিতে পারে। দুইটি তারের সংযোগ উত্তম হওয়া প্রয়োজন, এবং ঐ তার যদি কোনক্রমে উত্তম সংযোগ না হয়, তবে বিদ্যুৎ-প্রবাহ কালে সেই সংযোগ স্থান গরম হয়, এমন কি নিকটে কোন দহনোপযোগী পদার্থ থাকিলে তাহাকে দহনও করিতে পারে। সেইজন্য সর্বদাই এই সংযোগ একটি চীনা মাটির পাত্রের মধ্যে করা হয়। পাত্রটির নাম জংসন বক্স বা জয়েন্ট বক্স। কেহ কেহ ইহাকে জয়েন্ট কাটআউট বলিয়া থাকেন। কোন কোন জয়েন্ট বক্সের মধ্যে ফিউজ (সহজে গলনক্ষম-তার) দিবারও ব্যবস্থা থাকে। এই ফিউজ দিবার উদ্দেশ্য, যদি কোথাও অযথা অধিক বৈদ্যুতিক শক্তি প্রবাহিত হয়, তখনই এই ফিউজ গলিয়া যাইয়া তারের বৈদ্যুতিক প্রবাহ রোধ করে। তাহাতে বাহক তারের বা অপর কোন দ্রব্যের হানি করিতে দেয় না। এই ফিউজ কাটা বা জলিয়া যাওয়া কার্য ইহার মধ্যে হয়, সেইজন্য এই উপকরণের নাম কাটআউট রাখা হইয়াছে। ইহার আকৃতি গোল বা চৌকা হয়। গোল কাটআউট ৪২২ চিত্রে দেওয়া হইল। এখানে জানিয়া রাখা প্রয়োজন তার



চিত্র—৪২২

সংযোগ করিতে হইলেই অন্ততঃ ঐ সংযোগ স্থানে একটি জয়েন্ট বক্স দেওয়া প্রয়োজন। যে স্থানে জয়েন্ট বক্স বসাইতে হয়, ঐ বক্সের

চিত্র—৪২১

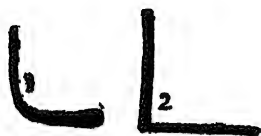
বসিবার জন্ত সাইজ মত একটি কাঠের টুকরার বা ব্লকের উপর বসাইতে হয়। এই টুকরা যদি দেওয়ালের উপর বসাইতে হয় তবে পূর্বে চিত্র মত দেওয়ালে প্যানা পুতিয়া এই প্যানার সন্ধিতে একটি ব্লক জু দিয়া জুড়িতে হয়। ব্লক ও পিনের মধ্য চীনা মাটির ঠিকরা বা ক্লিট দিয়া ব্লকটিকে দেওয়াল হইতে পৃথক রাখা সর্বদা কর্তব্য। নতুবা এই ব্লকে ডাম্প লাগিলে ব্লক সংলগ্নিত তারের অংশগুলি ডাম্প দ্বারা অধিকৃত হয় ও বৈদ্যুতিক শক্তির অপচয় হয়। কাঠের উপর দিয়াও তার লইয়া বাইতে হইলে চীনা মাটির ঠিকরার উপর দিয়া লওয়া বিধেয়। নতুবা কোন কারণে তাবে অগ্নি সংযোগ হইলে বা তার গরম হইতে থাকিলে এই তাব সংযুক্ত কাঠে অগ্নি লাগিবার বিশেষ সম্ভাবনা। যে সকল স্থানে তার ছাদ ভেদ কবিতা উঠাইবার প্রয়োজন হয়, সেই সকল স্থানে ছাদের মধ্যে সীসার পাইপ দেওয়া যায়। সেই পাইপ ৬—৯ ইঞ্চি পর্য্যন্ত ছাদের উপর দিকে বাহির করা থাকা প্রয়োজন। ক্লিট অয়ারিং হইলে ছাদ হইতে অন্ততঃ মনুষ্যেব খাড়াই অর্থাৎ ৬ ফুট পর্য্যন্ত কেসিং থাকা প্রয়োজন।

২. কাঠের কেসিং দ্বারা অস্ফাল্টিং (Wood Casing wiring) :—ক্লিট অয়ারিং এবং কেসিং অয়ারিংএর মধ্যে বিশেষ কোন পার্থক্য নাই, কেবল বিদ্যুৎ প্রবাহক তাব ক্লিটের মধ্য দিয়া না লাগাইয়া কাঠের কেসিংএর 'গুত্ত' বা গর্তের মধ্যে দিয়া লওয়া হয় এবং কেসিংএর উপর 'ক্যাপিং' বা চাপা লাগান হয়। দেওয়ালের মধ্যে তার লইবার ব্যবস্থা ঠিক ক্লিট অয়ারিংএব ন্যায় করা হয়। কেসিংগুলি ব্যবহারের পূর্বে উহাদের ডাম্প লাগা রোধ করিবার জন্য 'সেল্যাক' পালিস বা গালার বার্নিশ লাগান হয়। এই কেসিং, তারের সাইজ অনুযায়ী, ১১০ ইঞ্চি হইতে ৩ ইঞ্চি পর্য্যন্ত চওড়া দেখিতে পাওয়া যায় এবং উহার গুত্ত বা গর্ত তারের মাপ অনুযায়ী ছোট বড় করা হয়। সাধারণ কেসিংএ দুইটি গুত্ত সাধারণতঃ কাটা হয়, বিশেষ কার্যের জন্ত সময় সময় তিনটি পর্য্যন্ত



গুণ্ডও হইয়া থাকে। দুইটি গুণ্ড যুক্ত কেসিং একটি 'লীড' তারের জন্য ও অপরটি 'রিটার্ন' তারের জন্য প্রস্তুত হইয়া থাকে। সিঁড়ির তার অগ্নিরিং প্রভৃতিতে ৩টি গুণ্ডযুক্ত কেসিংএর ব্যবহার দেখা যায়। তার খাটান মিস্ত্রিদের লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন ক্যাপিং বা চাপা আঁটিবার সময় স্ক্রুপ তারে লাগিয়া তারের ইনসুলেশান নষ্ট না করে। কেসিংএর মধ্যে তাব চালাইবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন তারের কোথাও অথবা ভাঁজ না পড়ে। তারের ভাঁজ দিতে হইলে অন্ততঃ ঈষৎ গোলের উপর ভাঁজ দেওয়া

প্রয়োজন। ৪৯৩ (১) চিত্রে দেখান হইল।



একেবারে কোণা ভাঁজ দিলে (২) তারের

যথম হইবার সম্ভাবনা অধিক। আবও

অধিক লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন কোন

চিত্র—৪৯৩

লীড কোন রিটার্নকে স্পর্শ না করে। লীড

তার রিটার্নকে বা রিটার্ন-লীড তারকে আতিক্রম করিবার প্রয়োজন হইলে উহাদের মধ্যে উপযুক্ত ইনসুলেশান করা প্রয়োজন। ইংরাজীতে তারকে 'ইনসুলেট' করিয়া উল্লঙ্ঘন কার্যকে 'ব্রিজিং' (Bridging) বলে।

১০। লৌহের পাইপের মধ্য দিয়া অস্থান্নিৎ (Conduit wiring) :—ক্লিট বা' কাঠের কেসিংএর মধ্য দিয়া তার লইয়া না গিয়া যদি লৌহের পাইপের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ বাহক তার লইয়া যাওয়া হয়, এইরূপ অগ্নিরিংকে কনডুইট অগ্নিরিং বলা যায়। এই পাইপের মধ্যে বিশেষরূপে 'ফাইবার' কাগজ দ্বারা বা এনামেল করিয়া, নতুন। কোনরূপ নন কণ্ডাক্টিং দ্রব্যের দ্বারা ইনসুলেট করা হয়। এইরূপ অগ্নিরিংএ যুগ্ম কোথাও তারের সংযোগ করিতে হয়, তবে উহার বিশেষ জংসন বক্স ব্যবহার হয় এবং ঐ জংসন বক্সগুলির মধ্যে 'পোরসিলেন' (Porcelain) ফিটিং দ্বারা তারগুলির সংযোগ হয়। ইহাতে লীড ও রিটার্ন তারের একত্র হইয়া সর্ট সার্কিট হইবার সম্ভাবনা থাকে না।

বিদ্যুৎ বাহক তার যদি কোন খোলা স্থানে থামের উপর দিয়া বাইতে থাকে ও সেখান হইতে তারকে যদি গৃহের মধ্যে লইতে হয়, তাহা হইলে দেখিতে হইবে যে, যে পাইপ বা গর্ত দিয়া তার গৃহে প্রবেশ করিতেছে তাহার মধ্যে কোন প্রকারে বৃষ্টিব জল প্রবেশ না করে। জল প্রবেশ করিতে পাইলে পাইপ মধ্যস্থ তারকে নষ্ট করিয়া দেয়।

সীসার দ্বারা বেষ্টিত ইনসুলেটেড তার দ্বারা অয়ারিং (Lead covered wiring) :—সাধারণ লাইন তারের উপর আবাব একটি সীসার বেট্টন করা হয়। ইহার সুবিধা এই যে হঠাৎ তারের ইনসুলেশনে ডাম্প লাগিতে পারে না। সীসা বেষ্টিত তার কখন ১

গাছি, ২ গাছি,



৩ গাছি পর্যন্ত

একটি বেট্টনের

চিত্র—৪২৪

মধ্যে থাকে।

একের অধিক তার থাকিলেও প্রত্যেক তাব রবাব প্রভৃতি ইনসুলেশন

দ্বারা অপর তার



হইতে ইনসুলেটেড

অবস্থায় থাকে।

৩ই গাছি তারযুক্ত

চিত্র—৪২৫

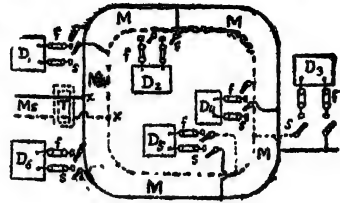
(লীড ও রিটার্ন)

সীসা বেষ্টিত তারই অধিক প্রচলিত। ১ গাছি বা ৩ গাছি যুক্ত তার বিশেষ কার্যের জন্য প্রস্তুত হয়। এই সীসা বেষ্টিত তাবে ডাম্প লাগা হইতে বিশেষ ভয় না থাকায় ইহাদের দেওয়ালের মধ্য দিয়া বা দেওয়াল সংলগ্নিত করিয়া খাটান হয়। এই তার খাটাইবার সরঞ্জাম কোসিং ও ক্লিট অয়ারিং ই— কিছু কিছু পৃথক। কিন্তু সাধারণ ক্লিট অয়ারিং বা কোসিং অয়ারিংএর সরঞ্জাম লইয়াও এই তার খাটান যাইতে পারে। এই তার খাটাইতে

হইলে এইটি লক্ষ্য রাখিতে হইবে যেন তারের উপরের সীসার বেটন সর্বদা পরস্পর ধাতুর সংযোগ থাকে এবং ঐ বেষ্টিত সীসা যেন একটি তামার বা মোটা গ্যালভানাইজড তার দ্বারা উত্তম রূপে ভূমি সংলগ্ন করা হয়। এই ভূমি সংযোগ কার্য্য একটি ৪ স্কয়ার ফুট ২ ইঞ্চি মোটা ভাল লৌহের চাদর অন্ততঃ ৫৬ ফুট খুঁড়িয়া মাটিতে প্রবেশ করাইয়া দিয়া তাহার সহিত হইতে পারে। জলের পাইপের সহিতও হইতে পারে কিন্তু ইহা আইন সম্মত নহে। এই সীসার কেসিং বা বেটনের সহিত ভূমি সংযোগের উদ্দেশ্য এই যে, যখন বহমান তার দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে থাকে তখন বাহিরের বেটন ধাতব হওয়ার উচ্চত্রেও বিদ্যুৎ তেজ সঞ্চারিত হয় এবং যদি কোন কারণে ঐ ধাতব বেটন হইতে ভূমি সহিত উপযুক্ত বৈদ্যুতিক সংযোগ না হয়, তবে ঐ তারে বিদ্যুৎ বেগ চার্জড অবস্থায় অবস্থান করে এবং কোন প্রকারে উহা কোন প্রাণীর দ্বারা স্পর্শিত হইলে বৈদ্যুতিক ‘সক্’ লাগিবার বিশেষ সম্ভাবনা। এমন গুনা গিয়াছে সেই সকল এত অধিক যে কাহারও বা প্রাণ হানিও হইয়াছে।

বিদ্যুৎ শক্তি বহনকারী তারের লাইন ও উহাদের নামঃ—যেমন একটি গাছ হইলে তাহার গুঁড়ি শাখা উপশাখা প্রভৃতি হয়, সেইরূপ বিদ্যুৎ শক্তি পরিচালনা করিতে হইলে তাহার ধাতব লাইনেরও শাখা ও উপ-শাখার প্রয়োজন। তাহাদিগকে আমরা যথাক্রমে (১) ফিডার, সাব ফিডার, মেন, সাবমেন, ব্রাঞ্চ প্রভৃতি বলিয়া থাকি। ফিডার লাইন হইতে সাব-ফিডার লাইন, সাব ফিডার লাইন হইতে মেন লাইন, মেন হইতে সাব-মেন লাইন, সাব মেন লাইন হইতে ব্রাঞ্চ লাইন প্রভৃতি নির্গত হয়। যেমন ~~ফিডার~~ গুঁড়ি শাখা হইতে মোটা এবং শাখা উপশাখা প্রভৃতি হইতে মোটা, কারণ গুঁড়ি একটি, উহাকেই সকল শাখা উপশাখা প্রভৃতিকে খাদ্য দিতে হইতেছে, সেইরূপ ক্রম হিসাবেও বিদ্যুৎ শক্তিও প্রথমে লাইনের যে তার দিয়া প্রবাহিত হইতেছে সেই তার ক্রম হিসাবে

সর্কাপেক্ষা মোটা হওয়া প্রয়োজন। এই তার সকলের স্থলতা ও স্থলতা কারেন্টের পরিমাণের এবং লাইনের দূরত্বের উপর নির্ভর করে। যদি কারেন্টের বেগ অধিক হয়, তারের ব্যাসও অধিক হওয়া প্রয়োজন। বিদ্যুৎ প্রবাহের পরিমাপ হিসাবে তারের ব্যাস ও মাপের তালিকা এই



চিত্র—৪২৬

পুস্তকে দেওয়া হইয়াছে। কোন ধাতুর তারই একেবারে বাধাটীন নহে। অর্থাৎ প্রত্যেক ধাতুর তারই বিদ্যুৎ গতিকে কিছু না কিছু বাধা প্রদান করিয়া থাকে। তার যত ব্যাসে বড় হয় অর্থাৎ মোটা হয় সেট হিসাবে বাধার হার ততই অল্প হয় পূর্বেই বলা হইয়াছে।

লাইন হইতে বৈদ্যুতিক শক্তির ব্যবহার ও বিশেষ উপকরণ :—

সাধারণ গৃহে লোকে আলোক জ্বালাইবার, পাখা চালাইবার, জল তুলিবার পাম্প চালাইবার ও দ্রব্যাদি গরম করিবার জন্য বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহার করিয়া থাকেন। এই সকল কার্যে এই শক্তি প্রয়োগ করিতে হইলে বিশেষ কতকগুলি অবলম্বনের প্রয়োজন হয়। যে সার্কিটের যে অংশের দ্বারা বিভিন্ন অবলম্বনে বিদ্যুৎ পরিচালক লাইন হইতে লইয়া বিশিষ্ট স্থানে পাওয়া যায়, বৈদ্যুতিক ভাষায় তাহাকে পয়েন্ট বলা যায়। অতএব দেখা যাইতেছে পয়েন্ট বিদ্যুৎ পরিচালক লাইন হইতে শক্তিদানকারী অংশ মাত্র।

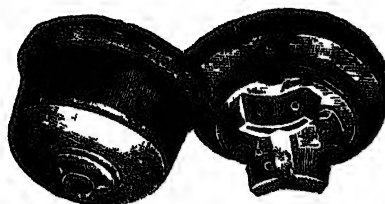
পয়েন্ট প্রস্তুত করিতে হইলে উহার দ্রব্যাদির তালিকা :—

১। পয়েন্টের লাইন প্রস্তুত করিবার উপযোগী “ইনসুলেটেড তার” (এই তারের ব্যাসের মাপ বা গেজ, পয়েন্টের কারেন্টের আবশ্যিকতা হিসাবে নির্ণীত হয়)।

২। “ফিউজ কাউন্টিউট ঙ—ইহা নিকটস্থ বিদ্যুৎ বচনকারী ডাইরেক্ট লাইনের সহিত পয়েন্টের তারকে সংযোগ করে এবং

আবশ্যক হইলে পয়েন্টকে বিদ্যুৎ বহনকারী লাইন হটতে পৃথক করে।

৩। সিলিং রোজ (Ceiling Rose) :—এই উপকরণ



চিত্র—৪২৭

হটতে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহৃত হয়। পয়েন্টেব এই দ্রব্য পর্য্যন্ত 'ফিক্সাৰ' (Fixture) বা স্থিতঅংশ, লাইনের তার এই পর্য্যন্ত আসিয়া শেষ হইয়াছে।

সচবাচর এগুলি সিলিংএ ব্যবহার হয় বলিয়া ইহার নাম সিংং রোজ।

৪। সুইচ (Switch)

:—এই উপকরণ দ্বারা পয়েন্টে বা লাইনে বৈদ্যুতিক শক্তিব চলাচল ইচ্ছামত করান যায়। এহ সুইচ ভীল না হইলে হস্তে বৈদ্যুতিক শক লাগিবার সম্ভাবনা।



চিত্র—৪২৮



চিত্র—৪২৯

৫। প্লাগ ও এডপ্টার (Plug & Adapter)

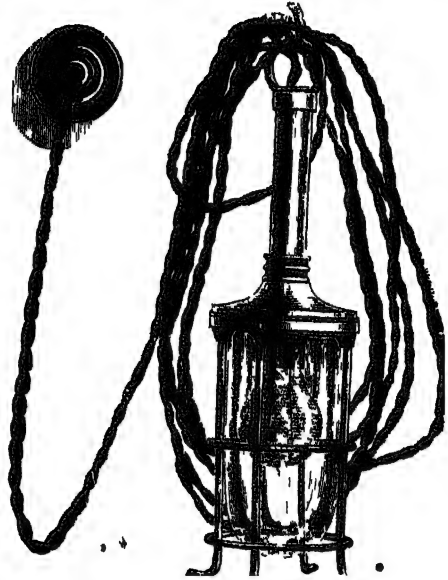
:—এই উপকরণ দ্বারা বিদ্যুৎ বাহক লাইনের তার হটতে বিদ্যুৎ শক্তি কার্যস্থানে অর্থাৎ আলোক, পাখা প্রভৃতিতে ফ্লেস্কেবল তার সাহায্যে লাগাইতে পারে। অনেক সময় এই প্লাগ তিন পিনযুক্ত, এবং

কোথাও কোথাও বা কন্সেনট্রিক ভাবে প্রস্তুত হইয়া ব্যবহৃত হয়।

৬। ফ্লিট কেসিং প্রভৃতি উপকরণ :—যেমন

লাইনের তারের জন্ত ব্যবহৃত হয় সেইরূপ পয়েন্টের জন্তও ব্যবহৃত হইয়া থাকে।

৭। ফ্লেক্সেবল তার (Flexible wire):—এই তার কতকগুলি সরু সরু তারের সমষ্টির উপর ইনসুলেটেড হওয়ায় ইহাকে যে ভাবে ইচ্ছা বহুবার বাঁকাইতে পারা যায়। ইহাতে তার সকল সরু সরু হওয়ায় মোচড়াইলেও সহজে ভাঙ্গিয়া বাইবার ভয় থাকে না। এই তার প্রায়ই দুইটি (লীড ও রিটার্ন) একত্রে পাকাইয়া থাকিতে দেখা যায়। ৫০০ চিত্রে একটি



চিত্র—৫০০

ইনস্পেকসান ল্যাম্পের ফ্লেক্সেবল তার দ্বারা ওয়াল প্লাগের সহিত সংযোগ দেখান হইয়াছে।

দ্রষ্টব্য :—এই ফ্লেক্সেবল তার সাধারণত ৪৫ অর্থাৎ ৪০ গেজের ৩৫ পাছা তার একত্র করিয়া ব্যবহৃত হয়। ইহাকে কোন কোন মেকার দুইবার রবার দ্বারা আবৃত করে আবার কেহ বা একবার রবার দ্বারা আবৃত করে। সেইজন্য ইহার সিল্ক বা ডবল ভকানাইজড নামে অভিহিত হয়। ইহার বাহিরের আবরণ নিক বা হুতির বুনান দ্বারা করিয়া দেখিতে সুন্দর হয়। আর এক প্রকার ফ্লেক্সেবল তার ব্যবহার হয়, ইহাতে দুই পাছা তার রবার দ্বারা পৃথকভাবে ইনসুলেটেড হইয়া বাহিরের একটি আবরণ দ্বারা আবৃত হয়। এই আবরণ সাধারণতঃ স্কুতার বুনান ও তাহাতে আলকাতরা মাখান। ইহাকে “ওয়ার্ক সপ” ফ্লেক্স বলা যায়।

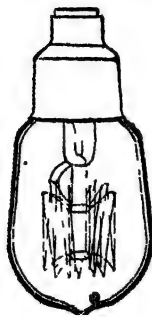
## চতুবিংশ পরিচয় ।

বাতির বিশেষ ক্ষিতিঃস্ বা উপকরণ ৪—  
পূর্বেই বলা হইয়াছে যে বৈদ্যুতিক শক্তির কার্য, শক্তির অপর তিনটি  
অবস্থার মধ্য দিয়া সাধিত হইয়া থাকে, যথা—১। রাসায়নিক কার্য  
২। উত্তাপ ও আলোক কার্য, ৩। চুম্বকবাহ্যর আকর্ষণিক কার্য।  
এই সকল কার্যপ্রণালী বিভিন্ন পরিচয়ে বর্ণিত হইয়াছে। আলোক  
সম্বন্ধে এইস্থানে বর্ণিত হইবে।

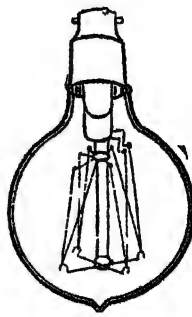
বৈদ্যুতিক শক্তির দ্বারা আলোকিত করিতে হইলে বিভিন্ন প্রকারের  
ল্যাম্পের ব্যবহার হইয়া থাকে। এই ল্যাম্প সাধারণতঃ দুই প্রকারে  
প্রস্তুত হয়, যথা,—১। সম্পূর্ণভাবে কাঁচ দ্বারা আবৃত করিয়া  
ভারখণ্ডকে বৈদ্যুতিক প্রবাহের দ্বারা গরম করিয়া প্রদীপ্ত কথন  
হয়। এই সকল ল্যাম্পের বাতিরের বায়ুর সহিত কোনরূপ সংযোগ নাই।  
ইহাকে ইংরাজীতে সীল্ড-ফিলামেন্ট ল্যাম্প ( Sealed Filament  
Lamp ) বলা যায়। এই ফিলামেন্ট সকল বিভিন্ন ধাতু বা মিশ্র ধাতুর  
দ্বারা প্রস্তুত ও কাঁচের পাত্রের মধ্যে রক্ষিত। ২। বায়ুর সহিত সংস্পর্শ হইয়া  
বিদ্যুৎ প্রবাহের দ্বারা যে সকল ল্যাম্পের ধাতব খণ্ড প্রজ্জ্বলিত হয়  
তাহাদের বায়ু সংস্পর্শিত ল্যাম্প বলা যায়। যথা—‘নার্সট ল্যাম্প’  
( Nernst Lamp )। যে সকল ল্যাম্পে দুইটি পবিচালক খণ্ড প্রথমে  
একত্র হইয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ হইতে দিয়াই পৃথক হয় এবং সেই ফাঁক  
স্থান উল্লঙ্ঘন করিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহকালীন আলোক প্রদান করে  
তাহাদের আর্ক ল্যাম্প ( Arc Lamp ) বলা যায়। এই আর্ক ল্যাম্প  
বিভিন্ন প্রকারের ও ভাবে প্রস্তুত হয়।

আলোকরূপে বিদ্যুৎ শক্তিকে ব্যবহার ৪—  
যে সকল ল্যাম্পের প্রজ্জ্বলন শীল ধাতু সম্পূর্ণ কাঁচ দ্বারা আবদ্ধ থাকে,

এমন কি বায়ু পর্যাস্ত ও এই প্রজ্জ্বলনশীল ধাতু স্পর্শিত হয় না, তাহাদিগকে ইনক্যান্ডিসেন্ট ফিলামেন্ট ল্যাম্প ( Incandescent Filament Lamp ) বলা যায়। এই ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্পের ফিলামেন্ট বা প্রজ্জ্বলনশীল ধাতু বিভিন্ন ধাতুর তারের দ্বারা নিশ্চিত হয়। যে সকল ল্যাম্পের ফিলামেন্ট বাশের চৌচ বা সূতা পুড়াইয়া উহাব ছাহ (কার্বন) দ্বারা প্রস্তুত হয় তাহাদিগকে কার্বন ফিলামেন্ট ল্যাম্প (Carbon Filament Lamp) বলা যায়। এই ল্যাম্পের জ্যোতিঃ কিছু লাল ও প্রতি ষ্ট্যান্ডার্ড একক বাতির জ্যোতিঃ উৎপন্ন করিতে ৩০ হইতে ৪ ওয়াট বৈদ্যুতিক ক্ষমতা খরচ করে। যেমন ১৬ বাতির জ্যোতিঃ যুক্ত ক্যাপসন ল্যাম্প হইলে ৫৫ হইতে ৬০ ওয়াট পর্যাস্ত খরচ করে। ইংবাজীতে বাতির জ্যোতিঃকে ক্যান্ডেল পাওয়ার বলা যায় ( Candle power. c. p. )। যদি ল্যাম্পের মধ্যে কার্বন ফিলামেন্ট না দিয়া মেটাল ফিলামেন্ট দ্বারা ল্যাম্প প্রস্তুত করা যায় তবে দেখা যায় যে এই আলোকের জ্যোতিঃ কার্বন ল্যাম্পের জ্যোতিঃ অপেক্ষা সাদা এবং ইহাতে প্রতি ক্যান্ডেল পাওয়ার ১ হইতে ১০০ ওয়াটের অধিক খরচ করায় না। অতএব দেখা যাইতেছে যে সম ক্যান্ডেল পাওয়ার যুক্ত ল্যাম্প হইলে কার্বন ল্যাম্প অপেক্ষা মেটাল ল্যাম্প খরচ একের তৃতীয়াংশ পড়ে। সেই কারণে বিশেষ স্থান ও অবস্থা বাতীত কার্বন ফিলামেন্ট বাতি ব্যবহৃত হয় না, মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্পের প্রচলনই অধিক। অধুনা



চিত্র- ১০১



চিত্র—১০২

বাজারে আর একপ্রকার ইনক্যান্ডিসেন্ট ল্যাম্প প্রচলিত হইয়াছে



ইহাদের অর্ধ ওয়াট ( Half watt ) ল্যাম্প বলা যায়। ইহার আলোক আবার সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্প অপেক্ষা সাদা। ইহাতে বিদ্যুৎ খরচ আবার সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্পেরও অর্ধেক। সেই জন্য ইহার নাম হইয়াছে হাফ ওয়াট ল্যাম্প। প্রকৃত পক্ষে ১০০ ক্যাণ্ডেল পাওয়ারের নিম্নে কোন হাফ-ওয়াট ল্যাম্পই ঠিক অর্ধ ওয়াট খরচ করায় না। ক্যাণ্ডেল পাওয়ার যত কমিতে থাকে, হাফ-ওয়াট ল্যাম্প ততই সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্পের ন্যায় খরচ করায়। ১০০ ক্যাণ্ডেল পাওয়ারের উপর পাওয়ার যুক্ত যত হাফ ওয়াট ল্যাম্প প্রস্তুত হয়, তাহারা প্রকৃতই প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারে অর্ধ ওয়াট খরচ করায়। পূর্বকথিত কার্বন ও সাধারণ মেটাল ফিলামেন্ট ল্যাম্প সকলের মধ্য হইতে পাম্প দ্বারা বায়ু নিষ্কাশন করিয়া তৎক্ষণাৎ উহাদের 'সীল' করিয়া দেওয়া যায়, যাহাতে কোনরূপে উহাদের মধ্যে পুনরায় বায়ু প্রবেশ করিতে না পারে। কারণ বায়ু প্রবেশ করিতে দিলেই প্রজ্জ্বলনশীল ফিলামেন্ট তৎক্ষণাৎ বায়ুর অক্সিজেন গ্যাসের সহিত সংস্পর্শিত হইলেই ঐ ফিলামেন্টগুলি অক্সিডাইজড হইয়া কাটিয়া যাইবে ও বৈদ্যুতিক পথ ছেদিত হইবে। এই নিম্নিত্ত কেহ কেহ এই ল্যাম্পকে ভ্যাকুয়াম ল্যাম্প ( Vacuum Lamp ) বলেন। কিন্তু অর্ধ ওয়াট ল্যাম্পের মধ্যের বায়ু নিষ্কাশন করিয়া উহার মধ্যে নাইট্রোজেন গ্যাস ভর্তি করিয়া তৎক্ষণাৎ সীল করিয়া দেওয়া যায়। নাইট্রোজেন গ্যাসের গুণ এই যে অল্প পরিমাণ বিদ্যুৎ প্রবাহের দ্বারাই ফিলামেন্টকে ( অক্সিডাইজড না করিয়া ) অত্যন্ত উত্তপ্ত করে। এই ফিলামেন্ট অতিশয় উত্তপ্ততা হেতু অল্প বিদ্যুৎ প্রবাহে অধিক জ্যোতিঃ বা আলো দান করে। এই ল্যাম্পদিগকে কেহ কেহ গ্যাস ফিল্ড ল্যাম্প ( Gas filled Lamp ) নামে অভিহিত করেন। অন্য প্রকার ল্যাম্প যাহা প্রফেসার নাস'ট দ্বারা আবিষ্কৃত হইয়াছে তাহাকে নাস'ট ল্যাম্প নামে অভিহিত করা যায়। এই ল্যাম্প প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারের জন্য

অর্দ্ধ ওয়াট বৈজ্যতিক ক্ষমতা খরচ করে। ইহা উপরোক্ত তিন প্রকার ল্যাম্প হইতে সম্পূর্ণ ভিন্ন পদ্ধতিতে প্রস্তুত। এই ল্যাম্পের ফিলামেন্ট ত্যাকুয়াম বা নাইট্রোজেন গ্যাসযুক্ত কাঁচ পাत्रে প্রজ্জ্বলিত না হইয়া সাধারণ তৈলের ল্যাম্পের ন্যায় বায়ুর সাহায্যে জলিয়া থাকে। পরে ইহার একটি কাঠাম চিত্র ও কার্যাকরী বিবরণ দেওয়া হইয়াছে।

পূর্বোক্ত ল্যাম্প সকল লাইনের সহিত সংযোগ করিতে হইলে ল্যাম্প হোল্ডারের সাহায্যে করিতে হয়। এই ল্যাম্প-হোল্ডার সকল ল্যাম্পের

ক্যাপের তৈয়ারের উপর নির্ভর করে।

উপরোক্ত ল্যাম্প কাহারও বা জু-ক্যাপ কাহারো বা

বায়োনেট ক্যাপ



চিত্র—৫০৩



চিত্র—৫০৪



চিত্র—৫০৫

আবার কাহারও বা গলায়াত ফিটিং ক্যাপ থাকে, সেই হিসাবে হোল্ডার ও



চিত্র—৫০৬



চিত্র—৫০৭

‘জু হোল্ডার’ ‘বায়োনেট-ক্যাপ হোল্ডার’ ও ‘গলায়াত-হোল্ডার’ নামে অভিহিত হয়। এখানে বিভিন্ন প্রকারের ক্যাপের উপযোগী হোল্ডারের চিত্র দেওয়া হইল। কতকগুলি ল্যাম্প

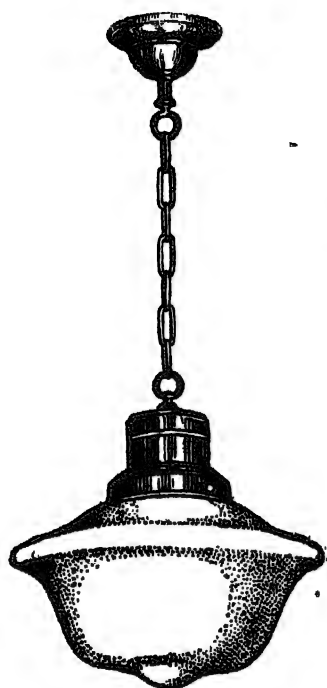
আবার ঝুলান না হইয়া ব্রাকেটের দ্বারা সংযুক্ত হয়। ঐ ব্রাকেট সাধারণতঃ দেওয়ালে লাগান হয়।



চিত্র—৫০৮

ঝুলায়মান ল্যাম্প আবার ওজন হিসাবে হ্যামিণ্টন পোল দ্বারা বা চেন দ্বারা খাটান হয়। আজকালের আবার

ফ্যাসান, সেড ল্যাম্পের উপর না দিয়া নিম্নদিকে দিতে হয়, তাহাতে আলোক বরাবর নীচে না পড়িয়া সেডে পড়িয়া প্রতিবিম্বিত হইয়া নীচে পড়ে। ইহার গুণ এই যে কোথাও ছায়া পড়ে না ও চক্ষু শীতল



চিত্র—৫০২



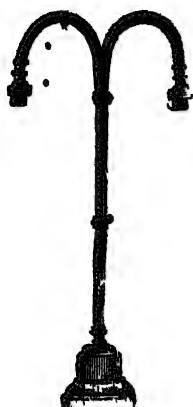
চিত্র—৫০১

রাখে, ৫০১ চিত্রে দ্রষ্টব্য। নিকটে লেখা পড়া প্রভৃতি কার্যের জন্য ফ্রেস্কেবল কর্ড দ্বারা বিদ্যুৎ শক্তি প্লাগের সাহায্যে লাইন হইতে লইয়া টেবিল ল্যাম্প জ্বালিতে পারা যায়, চিত্র ৫০১। কোন কোন হোল্ডারের সহিত চারি থাকে, উহার দ্বারাও আলোককে নিবান জ্বালান যায়। এইরূপ হোল্ডারকে কী হোল্ডার বলে চিত্র—৫০৫। চিত্র ৫০১ ও ৫০২

সাধারণ আলোক স্তম্ভের, চিত্র ৫১৪ একটি ওয়াটার টাঙ্ক ফিটিংসেব,



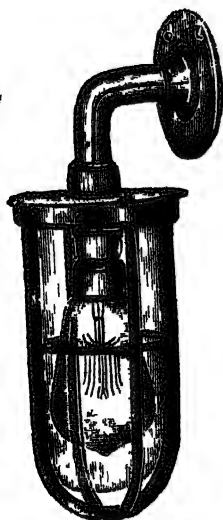
চিত্র-৫১১



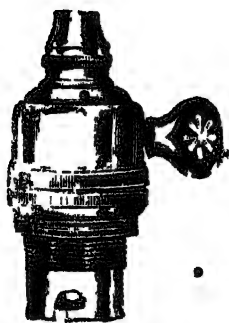
চিত্র-৫১২



চিত্র-৫১৩



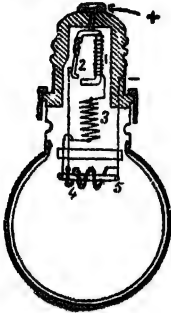
চিত্র-৫১৪



চিত্র-৫১৫

এবং ৫১৩ চিত্রে আলোককে উপর নীচু করিবার বন্দোবস্ত দেখান হইয়াছে।

নারস্‌ট ল্যাম্প :—এই ল্যাম্পে নারস্‌ট দ্বিতীয় শ্রেণীর কণাকটারকে ফিলামেন্টরূপে ব্যবহার করিয়াছেন। এই শ্রেণীর কণাকটারগণ শীতল অবস্থায় উহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে দেখা না। কিন্তু উহাদের লাল উত্তপ্ত করিতে পারিলে উহাদের মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়। এবং ঐ প্রবাহের দ্বারা ফিলামেন্ট প্রস্তুত হয়। এই প্রথম উক্ত ফিরা একটি প্লাটিনাম গুটির দ্বারা হইতে পারে। ৫১৬ চিত্রে এই ল্যাম্পের বিভিন্ন অংশের সংযোগ দেখান হইয়াছে। যে বিদ্যুৎ প্রবাহ + হইতে — পোলে প্রবাহিত



চিত্র—৫১৬

হইবে তাহার দুইটি পথ আছে। একটি পথ একটি ক্ষুদ্র ইলেক্ট্রো-মাগনেটের আর্মেচার হইয়া উৎসারক প্লাটিনাম কয়েলের মধ্য দিয়া এবং অপর একটি পথ ইলেক্ট্রো-মাগনেটের তারের গুটির মধ্য হইয়া লৌহ নির্মিত বাধাদায়ক তারের (এই বাধাদায়ক তার একটি ভ্যাকুয়াম টিউবের মধ্যে রক্ষিত আছে), মধ্য দিয়া তৎপরে ঐ বিশেষ বস্তুর দ্বারা প্রস্তুত ফিলামেন্টের মধ্য দিয়া নেগেটিভ লাইন সংযুক্ত হয়। ল্যাম্প জালিতে হইলে প্রথমে হুইচ খুলিয়া বিদ্যুৎ চাপ দিলেই বিদ্যুৎ প্রথমে আর্মেচার হইয়া উত্তাপকারী কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকে এবং ঐ বিশেষ ধাতুর ফিলামেন্টটিকে কিছুক্ষণের মধ্যে উত্তপ্ত করিলে তখন দ্বিতীয় পথ দিয়া ইলেক্ট্রো-মাগনেটের গুটির পথ দিয়া লৌহ রেজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়া, ফিলামেন্ট দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহিত হইতে থাকে, তখন এই প্রবাহ হেতু ইলেক্ট্রো-মাগনেট আর্মেচারটিকে আকর্ষণ করে এবং সেই আকর্ষণের দরুন প্রথম বৈদ্যুতিক পথটি বিচ্ছিন্ন হয় এবং উহা দিয়া আর বিদ্যুৎশক্তি প্রবাহিত হইতে পারে না এবং দ্বিতীয় পথটির দ্বারা প্রবাহিত হইয়া ল্যাম্পটিকে কার্য্য করায়।

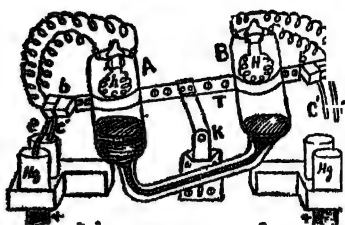
অংশাবলী :—১, ইলেক্ট্রিক আর্মেচার, ২, ইলেক্ট্রো-মাগনেট কয়েল, ৩, লৌহ-নির্মিত বাধাদায়ক তার (ভ্যাকুয়াম পাত্রে রক্ষিত), ৪, উৎসারক প্লাটিনাম কয়েল, ৫, বিশেষ বস্তুর দ্বারা প্রস্তুত দ্বিতীয় শ্রেণীর কণাকটার।

এই ল্যাম্পের ক্যাপ সাধারণ বায়োনেন্ট বর্ণিত আকৃতির হয়। চিত্রে ক্ষুদ্র ক্যাপ দেখান হইয়াছে। এই ল্যাম্পের ফিলামেন্টে প্রতি ক্যাডেল পাওয়ারে ২ ওয়াট বিদ্যুৎ শক্তি ব্যয় করে। আজকাল ২ ওয়াট মেটাল ফিলামেন্ট স্লো-ল্যাম্প আবিষ্কৃত হইয়া এই ল্যাম্পের প্রচলন অধিক নাই।

ফ্লাসার (Flasher) :—দোকান বা বিজ্ঞাপন প্রভৃতিতে দৃষ্টি আকর্ষণের নিমিত্ত রাত্রিকালে কোন বা কতিপয় বৈদ্যুতিক আলোক ইচ্ছাছুবায়ী জ্বালা বা নিব্বান ফ্লাসারের উদ্দেশ্যে। কোন কোন স্থলে ঐ আলোকগুলির সমষ্টি দ্বারা অক্ষরাদি গঠিত হয়, কোথাও বা অক্ষরাদির

সম্মুখে বা পশ্চাতে থাকিয়া তাহাদিগকে আলোকিত করে এবং এই আলোকগুলিকে রঙ্গীন করিবার নিমিত্ত বায়ুগুলিকে রঙ্গীন করা হয়। কোনস্থলে কতকগুলি করিয়া আলোক পর্যায়ক্রমে জলে ও নিবিয়া যায়, আবার কোনস্থলে বা জলিবার পর একেবারে না নিবিয়া মিট মিট করিয়া জলে। ফ্লাসাবের এই কার্য পদ্ধতি নিম্নের চিত্রে দেখিলে বুঝা যাইবে।

**থার্মাল ফ্লাসার (Thermal flasher) :**—ইহাদিগের কার্যপ্রণালী প্রবাহোদ্ভূত তাপে বস্তুর বিকারণ দ্বারা বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হওয়া। ৫১৭ চিত্রে একটি ‘টু-ওয়ে’ থার্মাল ফ্লাসার দৃশ্যিত হইয়াছে। ইহাতে যদি  $h$  টার্মিনাল দিয়া প্রবাহ বহে তাহা হইলে H কয়েল দ্বারা I)



চিত্র—৫১৭

এর বায়ু উত্তপ্ত হয় ও তজ্জন্ত উহার পারদে ক্রিয়দংশ A তে নির্গত হইয়া যায়, সুতরাং A ভারী হওয়ায় উহা অবনত হইয়া পড়ে ও  $cc'$  দ্বারা ১ নম্বর বাতিগুলি প্রজ্জ্বলিত হয়। এখন এই সঙ্গে  $h$  লাইন হইতে বিযুক্ত হয় ও  $b$  দ্বারা  $h$  লাইনের সহিত সংযুক্ত হয় ও পূর্বের তায় এখন A হইতে পাবদের ক্রিয়দংশ নির্গত হইয়া B এ যাওয়া উহাকে অবনত করে ও তজ্জন্ত CC দ্বারা ২ নং বাতির সার্কিট সম্পূর্ণ হয় ও  $b$  লাইন হইতে বিযুক্ত হয়। এইরূপে পর্যায়ক্রমে ফ্লাসার সংযুক্ত আলোক সকল বার বার নিবিয়া যায় ও পুনরায় প্রজ্জ্বলিত হয়।

**মোটর চালিত ফ্লাসার :**—লাইন হইতে প্রবাহ পাইলে মোটরের আমেচার ঘুরিতে থাকে, এই আমেচারের স্পিন্ডেল (Spindle) দ্বারা অপর একটি শাফটকে (Shaft) ঘুরান হয়। এই শাফটে কতকগুলি ক্যাম আছে, উহারা পর্যায়ক্রমে স্ব স্ব পুসকে টিপিয়া বৈদ্যুতিক সংযোগ ঘটায়।

বার্তা সকল কতক্ষণ ধরিয়া জ্বলিবে বা নিবয়া থাকিবে তাহা এই ক্যাম্ব সকলের আকৃতির ও 'টালের' উপর নির্ভর করে।

তত্ত্ব্য :—আর্ক ল্যাম্প ও নার্স ট ল্যাম্পের সহিত ম্যাসার ব্যবহৃত হয় না, প্লা ল্যাম্পের সহিত ব্যবহৃত হয়। কারণ আর্কল্যাম্প প্রভৃতি, প্রবাহ বহিষ্যমাত্র, প্রজ্জ্বলিত হয় না, বা প্রবাহ বন্ধ হইবামাত্র নিবিয়া যায় না—কিছু সময় লাগে অর্থাৎ প্রবাহ বহমান হইবাব কিংকর্ণ পরে জলে ও প্রবাহ বন্ধ হইবার কিছু পবে নিবিয়া যায়।

### ল্যাম্প বিষয়ক জ্ঞাতব্য তালিকা।

নং	ফিলামেন্ট	জীবন (ঘণ্টাঃ)	ক্যাডেল পাওয়ার হিসাবে ওয়াট ধরত।
১	কার্বন ফিলামেন্ট	২৫০০	৩৫ হইতে ৪
২	মেটাল ফিলামেন্ট	১৫০০	১১২ হইতে ১৮৪
৩	হাফ ওয়াট বা গ্যাস ফিল্ড ল্যাম্প	১০০০	৩২ হইতে ১০০ ক্যাডেল পাওয়ার পর্যন্ত আর ১ হইতে ১ ওয়াট এবং ১০০ ক্যাডেল পাওয়ার উর্দ্ধে ঠিক প্রতি কা: পা: হিসাবে ১ ওয়াট ধরত করে।

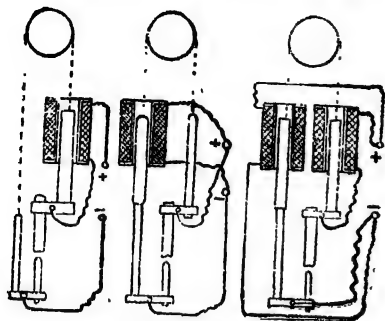
এই হাফ ওয়াট ল্যাম্প মোটর গাড়ীর হেড লাইটের জন্য ব্যবহৃত হয়। এবং রাস্তা বাট প্রভৃতির অন্য প্রকার আলোক উত্তিরা গিয়া ইহার প্রচলনই অধিক হইয়াছে।

আর্ক ল্যাম্প ( Arc Lamp ) :—যখনই কোন বৈদ্যুতিক পথ প্রবাহকালীন শোধ করা যায় তখনই দেখা যায় যে সেই রোধিত স্থান দিয়া অগ্নিফুল্লিঙ্গ বাহির হয় এবং পবে বন্ধ হয়। ইহাব কারণ প্রথমে বৈদ্যুতিক পথ স্বন্দরভাবে সংযুক্ত থাকে, ক্রমে বিযুক্ত কালে যতই বিযুক্ত অবস্থা প্রাপ্ত হইতে থাকে ততই ধাতব পথের আরতন কম হইতে থাকে এবং বিদ্যুৎ বেগ দ্বারা সেই অল্পায়তন পথ অপেক্ষাকৃত উষ্ণ হয় এবং ধাতব ধূত্রেয় সঞ্চার করে, এবং যখন ঐ পথ বিচ্ছিন্ন হয়, প্রবাহজনিত উত্তাপ সেই ধাতব ধূত্রে অবলম্বনে একপ্রকার অগ্নিফুল্লিঙ্গ-সেতু প্রস্তুত করিয়া কিংকর্ণের জন্য প্রবাহিত হইতে থাকে। এই প্রজ্জ্বলমান ফুল্লিঙ্গ-সেতুকে আমরা

‘আর্ক’ বলিয়া থাকি। ইহা হইতেই আর্ক ল্যাম্পের উৎপত্তি। এই আর্ক সর্ব সময়ে একভাবে পাইতে হইলে ধাতু দণ্ড ব্যবহার সুবিধাজনক নহে। কারণ তাঁহার শীত্ৰই বিগলিত ও ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। এই ধাতুদণ্ডের পরিবর্তে কার্বন দণ্ড ব্যবহৃত হইয়া থাকে। কার্বনের বাধাদায়ক শক্তি ধাতু অপেক্ষা অধিক হওয়ায় আর্ক হইবার সময় উহাদের আর্ক প্রস্তুতকারী সীমায় প্রজ্জ্বলিত হয় এবং আর্ক প্রস্তুতকালীন উহার পরস্পরের মধ্যে ঐ বিযুক্ত হয় এবং আর্ক সর্বসময়ে প্রস্তুত হয় এবং বায়ু ও কার্বন-ধূম উভয়ই হইয়া বিদ্যুৎপথে অতীব বাধাদায়ক হয়, এবং সেই বাধার মধ্য দিয়া বিদ্যুৎ প্রবাহ যাইয়া কার্বনের সীমাকে প্রজ্জ্বলিত করে। এই ক্রিয়ার সময় পজিটিভ কার্বনটি হইতে ধূম বহির্গত হওয়ায় উহার আলোক যত না আর্ক হইতে নির্গত হয়, পজিটিভ কার্বনের বিন্দু হইতেই অধিক নির্গত হয়, সেইজন্য পজিটিভ কার্বনকে আলোকের মূল বা জড় বলা যায়। একদিকে প্রবাহিত (Continuous current) বিদ্যুৎ শক্তির জন্য প্রস্তুত আর্ক ল্যাম্পের পজিটিভ কার্বনটি নেগেটিভ কার্বন হইতে অধিক স্থূল করা যায়। কারণ পজিটিভ কার্বনটি আলোকের মূল বা জড় হওয়ায় উহা শীত্ৰ ক্ষয় প্রাপ্ত হয়। এই আর্ক ল্যাম্পের কার্বন ক্ষয়প্রাপ্ত হইলে উহাদের সর্বদা সম্ভাব্যবধান করিয়া দিতে হয়। এই কার্য যাহাতে কতকটা আপনা আপনি সাধিত হয় সেইজন্য ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক ক্রিয়ার সাহায্য লইয়া এই আর্ক ল্যাম্প প্রস্তুত হইয়া থাকে। আর্ক ল্যাম্প দিগকে নিয়মিত কার্য করাইতে হইলে প্রত্যহ উহার তত্ত্বাবধানের প্রয়োজন হয়। একের অধিক আর্ক-ল্যাম্প ব্যবহৃত হইলে উহার প্রায়ই সারিতে (সিঙ্গিজে series) সংযুক্ত হয়। কার্বনের উপকরণানুযায়ী উহাদের আলোকের রংএর তারতম্য করিতে পারা যায়। এই সকল আর্ক ল্যাম্প সাধারণতঃ ৩৫ হইতে ৪০ ভোল্ট সার্কিটে ব্যবহৃত হয়। ২২০ ভোল্ট সার্কিটে আর্ক ল্যাম্প ব্যবহার করিতে হইলে হয় উহার কোন রেজিষ্ট্যান্স কয়েলের সহিত।



সিরিজ বা কয়েকটি আর্ক ল্যাম্প সিরিজে ব্যবহৃত হয়। এই আর্ক ল্যাম্পের খরচ প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারে অর্ধ ওয়াট, কিন্তু অধুনা অর্ধওয়াট গ্যাস ফিল্ড ল্যাম্প আবিষ্কার হইয়া এই আর্ক ল্যাম্পের ব্যবহার কমিয়া গিয়াছে।



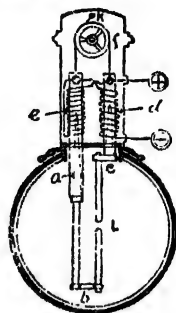
আজকাল ইহার বিশেষ কার্যের দরুন, যেমন সিনেমা কার্য, আর্ক ওয়েল্ডিং প্রভৃতির জন্য ব্যবহৃত হইয়া থাকে। এই আর্ক ল্যাম্প সকলের ইণ্ডুস্ট্রি-ম্যাগনেটিক কয়েলের ক্রিয়া তিন প্রকার সংযোগ ব্যবহার দ্বারা হইয়া থাকে, যথা—১। সিরিজ ২। সার্ট, ৩। কম্পাউণ্ড।

চিত্র—৫১৮, ৫১৯, ৫২০

সেইজন্য আর্ক ল্যাম্পদের সিরিজ, সার্ট ও কম্পাউণ্ড আর্ক ল্যাম্প নামে অভিহিত করা যায়। উহাদের কাঠাম যথাক্রমে ৫১৮, ৫১৯, ৫২০ চিত্রে দেখান হইল।

চিত্রে দৃষ্ট হইবে যে উপর ও নিম্নের কার্বন হোল্ডারদ্বয় একটি রোলারের দ্বারা চালিত চেন বা দড়ির দ্বারা বুলান অবস্থায় স্থিত হয়। উপরের কার্বন হোল্ডারের সহিত একটি লৌহ কোর সংযুক্ত থাকে এবং ঐ লৌহ কোর একটি কয়েলের মধ্যে এমনভাবে প্রবিষ্ট হয় বাহাতে এই কোর কয়েলের উপর বা নীচের দিকে যাইতে পারে। কয়েলটি আর্ক কার্বন দ্বয়ের সহিত সিরিজে সংযুক্ত হয়। কারেন্ট প্রবাহিত হইলেই ঐ কয়েলের মধ্য দিয়াও প্রবাহিত হয়। ঐ কারেন্ট প্রবাহের দ্বারা কয়েলটি উত্তেজিত হইলে ঐ লৌহ কোরটিকে কয়েলের মধ্যে আনণ্ড টানিয়া লয়, সেই সঙ্গে কার্বন ছুঁটির মধ্যে ব্যবধান হইয়া বৈদ্যুতিক আর্ক উৎপন্ন হয়। যত কার্বন ক্ষয় হইতে থাকে, বৈদ্যুতিক বেগ কম হইতে থাকে, তাহাতে

কয়েলের কারেন্টও কম হওয়ার দরুন কার্বনের ব্যবধানও কম হয়। উহাতে আবার অধিক কারেন্ট প্রবাহিত হইয়া কয়েলকে তেজস্ক্রিয় করে, তাহাতে কোরেব পুনরায় জোর আকর্ষণ হেতু সংলগ্নিত কার্বন দ্বয়েরও অধিক ব্যবধান ঘটে ও তাহাতে আর্কেরও তেজ অধিক হয়। এইরূপে নিজে নিজেই আর্কের ব্যবধান ঠিক করিয়া এই ল্যাম্প কার্য্য করে। সময় সময় এই ল্যাম্পের সহিত সিরিজ, ভোল্টেজ হিসাবে, একটি ভিন্ন রেজিষ্ট্যান্স বা বাধা কয়েলও সংযুক্ত হয়। লাইন ভোল্টেজের অবস্থা ও কার্য্য অনুযায়ী সার্ট ও কম্পাউণ্ড আর্ক ল্যাম্পও ব্যবহৃত হইয়া থাকে।



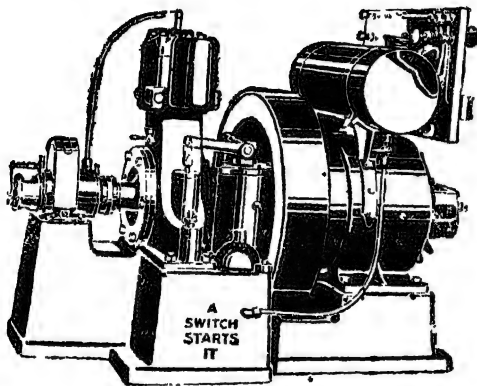
একটি ডিফারেন্সিয়াল আর্ক ল্যাম্পের কাঠাম-  
চিত্র প্রদত্ত হইল, ৫২১ চিত্র দ্রষ্টব্য।

চিত্র—৫২১

**মারকারী ভেপার ল্যাম্প (Mercury Vapour Lamp) :**—মারকারী ভেপারে বা ধূমে বিদ্যুৎ তেজ প্রবাহিত করা ইয়া বৈদ্যুতিক আলোক পাওয়া যাইতে পারে। এই ল্যাম্প প্রতি ক্যাণ্ডেল পাওয়ারে প্রায় ২ ওয়াট শক্তি খরচ হয়। এই ল্যাম্পকে 'কুপার ছিউইট' ল্যাম্প বলা যায়। ইহার প্রস্তুতি অতীব সরল। ইলেক্ট্রোডের সহিত একটি লম্বা কাঁচের টিউব থাকে। নীচেরটি পারদের দ্বারা প্রস্তুত ও উপরেরটি লোহ বা নিকেলের প্রস্তুত, এই ল্যাম্প জালিতে হইলে তঁহাকে একটু কাত করিলেই ঐ টিউব দিয়া পারদ গড়াইয়া মুহূর্ত কালের মধ্যে ছোট ইলেক্ট্রোডকে সংযোগ করে, এই সংযোগের ফলে ঐ পারদ ধূমকে উৎপন্ন করিয়া বিদ্যুৎ বহমান অবস্থায় আনয়ন করে। এই ল্যাম্পের সহিত সিরিজ একটি রেজিষ্ট্যান্স সংযোগ করা প্রয়োজন। এই ধূমের আলোক অতীব প্রথর ও নীলাভ। ইহার আলোকে লাল রং কালো প্রতীয়মান হয়। অতএব এই আলোকে সাহায্যে রং পরিচয় কার্য্য হইতে পারে

না। এই আলোকে ড্রুইং আফিসের কার্য্য বেশ সুন্দর চলে, যেহেতু ইহার আলোক বেশ সমভাবে বিস্তৃত হইয়া পড়ে। ইহার আলোক অতীব তেজস্কর হওয়ায় আলোক চিত্র কার্য্যে ইহার আদর যথেষ্ট। এই আলোকের জ্যোতিঃ গাত্র চশ্মের উপর কার্য্য করে এবং ইহার দিকে দৃষ্টিপাত করিলে চক্ষুরোগ হইবার সম্ভাবনা।

বৈদ্যুতিক প্রবাহ সাধারণ কার্য্যের জন্য সরবরাহ করিতে হইলে সার্ট ডায়নামো ব্যবহার করিতে হয়। এই সার্ট ডায়নামো হইতে ৩টি তার



চিত্র—৫২২

বাহিরে আনা হয়। এই তিনটি তারের মধ্যে একটি পজিটিভ + ও একটি নেগেটিভ — ও তৃতীয়টি সার্টরাজ্য কয়েলের তার। এই তিনটি তার মেন সুইচ বোর্ডে লইয়া গিয়া তথায়

পজিটিভ তারটি + টারমিনালে, নেগেটিভ তারটি — টারমিনালে এবং সার্ট কয়েলের তারটি একটি রেগুলেটিং রোজিস্ট্যান্সের মধ্য দিয়া রিটার্ন সার্কিট টারমিনালের সহিত সংযোগ হইবে। তৎপরে + ও — টারমিনাল হইতে আমমিটার, ভোল্ট মিটার, মেন ফিউজ প্রভৃতির সহিত সংযোগ হইয়া মেন বোর্ড হইতে পজিটিভ ও নেগেটিভ তার দুইটি বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ লাইনে যাইবে। এই লাইন পূর্বোক্ত মত জলের মধ্য দিয়া, ভূমির মধ্য দিয়া কিম্বা থামের সাহায্যে শূন্য মার্গ দিয়া লইয়া যাওয়া হয়। তারগুলি বিভিন্ন অবস্থায় বিভিন্ন পথ দিয়া লইয়া তারের ইনসুলেশান ও তার আটকাইবার

সরঞ্জামও বিভিন্ন প্রকারের করিবার প্রয়োজন হয়। অতল জলের মধ্য দিয়া যে তার খাটান হয় তাকে সাব-মেরিন কেব্ল (Submarine Cable) বলা যায়। এই সাবমেরিন কেব্ল এর চিত্র পূর্বেই দেওয়া হইয়াছে। এই কেব্ল ছিঁড়িয়া না যায় সেই জন্য উহার উপরের রবারের ইনসুলেশানের উপর ষ্টিল তার দিয়া জড়াইয়া তৎপরে আবার উহাকে ভাল করিয়া রবার ইনসুলেট করিয়া উহার উপর, স্যাঁওতা বা ড্যাম্প হইতে রক্ষা করিবার জন্য, সীসার কোসিং বা আবরণ দেওয়া যায়। এই কেব্ল ভাসমান খাম্বা বা বন্না'র সহিত আবদ্ধ থাকে যাহাতে জলের মধ্যে নির্দিষ্ট স্তর হইতে উঠিতে বা নামিতে না পারে। এই সমুদ্র মধ্যস্থ "সাবমেরিন

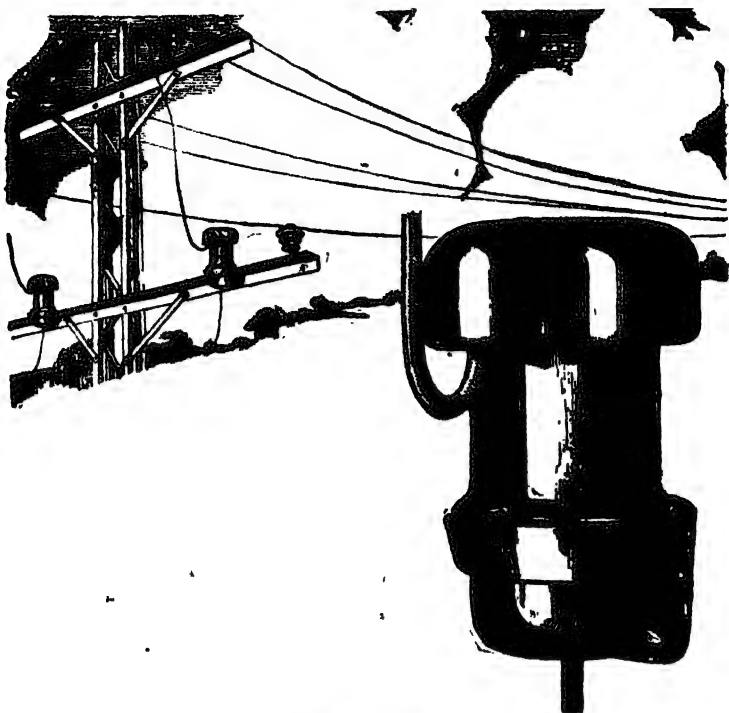


চিত্র—৫২৩

কেব্ল" টেলিগ্রাফ প্রভৃতি লাইনের জন্যই ব্যবহৃত হইয়া থাকে। সচরাচর ~~গ্রাউন্ড~~ (Underground) চিত্র—৫২৩ ও শূন্য মার্গ (Over head) চালিত লাইনট বিদ্যুৎ প্রবাহ সরবরাহের জন্য বিশেষ প্রশস্ত; যে কোম্পানীকে অনেক গ্রাহককে বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ করিতে হয় এবং বড় বড় খরিদারকে নানা কারণ বশতঃ অধিক ভোল্টেজের কারেন্ট সরবরাহ করিতে হয় সেই স্থলে সাপ্লাই কোম্পানী দুইটি মেন তার না লইয়া গিয়া তিনটি মেন তার খাটাইয়া থাকেন।

**লাইটনিং প্রোরেস্টার ( Lightning Arrester ) :**— ইহা শূন্যমার্গ চালিত লাইনে ব্যবহৃত হয়। ইহা লাইন ও ঐ সংলগ্ন যন্ত্রাদিকে বজ্রপাত হইতে রক্ষা করে। ৫২৪ চিত্রে ইহার ব্যবহার দর্শিত হইল।

অস্বাভাবিক বা তার খাটান সম্বন্ধে কতিপয়  
জ্ঞাতব্য বিষয়—তার (Wire) :—শক্তির অপচয় হ্রাস



চিত্র—৫২৪

করিবার নিমিত্ত তারগুলির ধাতু একরূপ হওয়া প্রয়োজন যেন দৈর্ঘ্য  
অনুপাতে বাধা অল্প হয়। তজ্জন্ত নির্মল তাম্রই প্রশস্ত। সমস্ত আলো  
প্রভৃতি এককালে জ্বলিলে যেক্রপ প্রবাহ লাগে তদনুযায়ী হিসাবমত ঠিক  
মত গেজের তার ব্যবহার করিতে হয়—নচেৎ স্রব হইলে অথবা উষ্ণ  
হইবার বা গলিয়া যাওয়ার সম্ভাবনা, আর অথবা মোটা হইলে অধিক তাপ  
থরচ হয়। যাহাতে সহজে অক্সিডাইস্‌ড না হয় অর্থাৎ মরিচা না পড়ে

তজ্জন্তু তারের উপর টিনের কলাই থাকে। যাহাতে স্যাঁওতা ( Damp ) না লাগে এবং প্রবাহ লীক হইতে না পারে তজ্জন্য ভাল ভকানাইজড রবার প্রভৃতি ইনসুলেটিং পদার্থ দ্বারা আবৃত হওয়া প্রয়োজন। এই ইনসুলেটিং আবরণের স্থূলতা ভোল্টেজ অনুসারে অধিক হইবে। এই আবরণ যাহাতে নষ্ট না হয় তজ্জন্তু ফিতা বা সূতার বুনান দ্বারা আবৃত থাকে। এবং এই সূতার বুনানকে ড্যাম্প বা এসিড প্রভৃতি হইতে রক্ষা করিবার জন্য ইহাকে মোম ( Wax ) বা আলকাংরা প্রস্তুত বাণিশে ( Marline ) সিক্ত করা হয়। সচরাচর দুইটি করিয়া ফিতা আচ্ছাদিত রবারের আবরণ দেওয়া

হয়, চিত্র ৫২৫। এই রবার প্রভৃতি এক্রপ

হয় যেন  $190^{\circ}C$  তপ্ততায় না গলে।

চিত্র—৫২৫

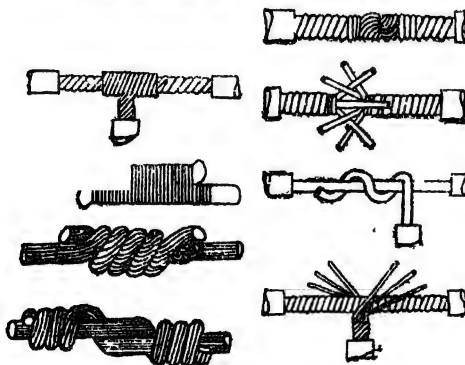
**তার খাটান :**—তার খাটাইবার সময় লক্ষ্য রাখিতে হইবে যে অথবা অধিক তার যেন ব্যবহার না হয়, অথচ দেখিতে সুচারু হয়, বিসদৃশ না হয়।

(+) পজিটিভ ও (—) নেগেটিভ তারের মধ্যে যাহাতে সন্দেহ না হয় তজ্জন্য সচরাচর পজিটিভ তার বা লীডকে ( Lead ) বামদিকে ( Left ) ও নেগেটিভ বা রিটার্ন ( Return ) তারকে ডাইনদিকে ( Right ) রাখা হয়। আবার কোথাও বা দুই বিভিন্ন রংএর তার যথা লাল ও কালো বা সাদা ও কালো রংএর তার ব্যবহার করে। সাধারণতঃ লাল তারটি পজিটিভ হয়। মিস্ত্রিগণ পজিটিভ তারকে গরম তার ও নেগেটিভকে ঠাণ্ডা তার বলে, সংযোগাদির সময় কালো তার ও লাল বা সাদা তারের সহিত ঐ প্রকার তার সংযোগ করিতে হয়। পজিটিভ তার (+) লাইন হইতে স্লিচে যায়, নেগেটিভ তার (—) লাইন হইতে পয়েন্টে যায়, পয়েন্ট হইতে স্লিচ পর্যন্ত তারকে সংযোজক তার বলে। শাখা বাহির করিবার সময় এক রংএর তারের সহিত সেই রংএর তার যোগ করিতে হয়।

উক্ত নিয়মগুলি মানিয়া চলিলে কাজের সুবিধা হয় ও সর্ট সার্কিট প্রভৃতি দোষ ঘটবার সম্ভাবনা কম থাকে।

**জমি বা কাছা সংযোগ (Earth Connection) :—**  
এই প্রথায় উৎপাদকের (+) টার্মিনাল হইতে (+) তারটি আসিয়া স্পাইচে যায় ও (—) তারটি স্পাইচ হইতে পয়েন্ট ও তথা হইতে জমি বা ধাতব কাছার সহিত সংলগ্ন উৎপাদকের (—) টার্মিনালের সহিত সার্কিট সম্পূর্ণ করে। ছাদ বা দেওয়াল প্রভৃতি ভেদ করিয়া তার লইয়া যাইতে হইলে প্রথমে তাহাদের মধ্যে ছিদ্র করিতে হয়, পরে ঐ ছিদ্রের মধ্যে চীনা মাটি বা সীসার পাইপ দিয়া তাহার মধ্য দিয়া তার লইয়া যাইতে হয়। পাউপের মুখগুলি নিম্নদিকে বাঁকাইয়া দিতে হয়, যেন বৃষ্টি প্রভৃতির জল প্রবেশ করিতে না পারে।

**তারের সংযোগ স্থল (Joint) :—** দুইটি তারকে একত্র সংযোগ করিতে হইলে প্রথমতঃ ধাতব তারের শেষভাগের অপরিচালক আবরণকে ছুরি দ্বারা কাটিয়া তুলিয়া ফেলিতে হইবে; তৎপরে



চিত্র—৫২৬-৫৩৪

সাবধানের সহিত আস্তে আস্তে টাঁচিয়া তারকে একরূপ ভাবে সাক্ষ করিতে হইবে যেন ধাতু কাটিয়া না যায়। পরে গ্লায়াস চিত্র ৫৩৫ দ্বারা উভয়ের ধাতব তারকে পরস্পরের সহিত একরূপ ভাবে জড়াইয়া দিতে

হইবে যে ভালরূপ ধাতব সংস্পর্শ হয়—চিত্র ৫২৬-৩৪। তার সাক্ষ করিবার জন্ত কোন এসিড ব্যবহার করিতে নাই। পরে সংযোগস্থলকে অপরিচালক

ফিতা দ্বারা আচ্ছাদিত করিয়া পূর্বে যে পরিমাণে রোধিত ছিল সেট পরিমাণে রোধিত করিতে হয় যাহাতে কোন প্রকারে ঐ স্থান দিয়া লীক না ঘটে। এস্থলে বিশেষ সাবধান হওয়া প্রয়োজন যেন ফিতার বা তারের উপরিস্থ



চিত্র—৫৩৫

বুনানের কোনরূপ সূতা বাহির হইয়া না থাকে, কারণ তদ্বারা সঁাওতা যাইতে পারে ও লীক ঘটিতে পারে। তজ্জন্য সংযোগস্থলের উভয়দিকে ১ ইঞ্চি পরিমিত স্থান হইতে বুনান উঠাইয়া দিতে হয়। প্রত্যেক সংযোজন যেন বেশ দৃঢ় ও স্থায়ী হয় এবং তাগ জয়েন্ট বক্সের মধ্যে রাখা হয়। জয়েন্ট বক্সের বাহিরে যেন নগ্ন তার ( Bare wire ) না থাকে। পজিটিভ ও নেগেটিভ উভয় তারের সংযোজন যেন নিকটবর্তী না হয়, যেন প্রায় ১ ফুট তফাতে থাকে।

**জয়েন্ট বক্স ( Joint box )** :—এগুলি চীনা মাটির ক্লটের মত দুই অংশে গঠিত। এক অংশ সংযোগস্থলের নিম্নদিকে ও অপর অংশকে উপর দিকে দিয়া সংযোগস্থলকে আবৃত করা হয়।

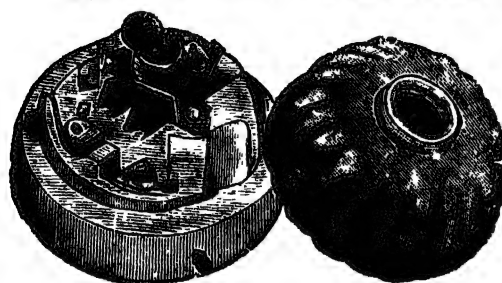
**কেসিং ও ক্লিট ( Casing & Clit )** :—তারগুলি যাহাতে বহুকাল স্থায়ী হয় তজ্জন্য উহাদিগকে কেসিংএর মধ্যে দিয়া লইয়া যাওয়া হয়। কেসিং সীসার পাইপ বা ১½—২ ইঞ্চি চওড়া পাতলা কাঠের ফালি দ্বারা প্রস্তুত। এই কাঠে ½—১ ইঞ্চি ব্যবধানে তারের স্থলতানুযায়ী দুইটি লম্বা লম্বি খাঁজ কাটা থাকে। এই খাঁজে তার বসান হয় এবং তাহার উপর আর একটি পাতলা কাঠ দিয়া ক্লু দিয়া আঁটিয়া দেওয়া হয়। এই কেসিং এদেশে সচরাচর সেগুন কাঠে প্রস্তুত এবং ইহাকে গালার বাণিশ



মাথাইয়া লইতে হয়। বায়ু খেলিবার নিমিত্ত কেসিং ও দেওয়াল প্রভৃতির মধ্যে কিছু ব্যবধান থাকা প্রয়োজন। তজ্জন্ত কেসিং গুলিকে স্পেসিং ইনসুলেটোরের উপর বসান হয়। স্পেসিং ইনসুলেটোরগুলি পরস্পর হইতে ৩৪ ফুট অন্তর থাকে। অনেক স্থলে ইহাদিগের পরিবর্তে ক্লিটের নিম্নাংশগুলি ব্যবহার করে। কোন কোন স্থলে কেসিং ব্যবহার করে। ক্লিটগুলি চীনা মাটি নির্মিত দুই অংশে গঠিত, একটি দেওয়ালে থাকে ইহার খাঁজে তার বসাইয়া অপরটী তাহার উপর দিয়া জু দ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হয়।

তার অনুযায়ী কেসিংএর তালিকা।

তারের নম্বর	কেসিংএর বিস্তৃতি	খাঁজের বিস্তৃতি
১৬, ১৮, ২০, ২২	১½ ইঞ্চি	৪
২৪, ২৬	২ "	১½
২৮, ৩০		

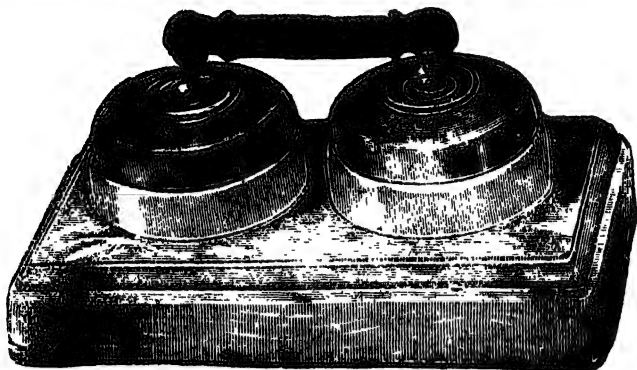


চিত্র—৫৩৬

বা অগ্ন ধাতুখণ্ড থাকে। এই ধাতুখণ্ডের অপরিচালক পদার্থের উপর স্থিত স্তররাং পরস্পর হইতে রোধিত। একটি অপরিচালক হ্যাণ্ডেল দ্বারা যত অগ্ন একটি ধাতুখণ্ড দ্বারা (+) ও (-) তারের ধাতু খণ্ড দ্বকে

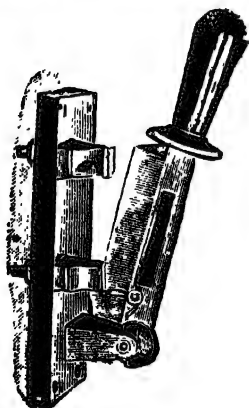
করা বা কাটিয়া দেওয়া হয়। পজি-টিভ ও নেগেটিভ তারদ্বয়ের সহিত সংযোগের জন্য ইহাতে ছিদ্র ও জু বিশিষ্ট দুইটি পিন্ডল

পরস্পরের সহিত সংযুক্ত করা যায় ও এইভাবে বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ হয়।



চিত্র—৫৩৭

সুইচের হ্যাণ্ডেলটিকে একদিকে তুলিয়া দিলে ঐ সংযোগক্রিয়া ঘটে, তাহাকে সুইচ অন (Switch on) বলে, আর তাহাকে বিপরীত দিকে তুলিয়া



চিত্র—৫৩৮

দিলে হ্যাণ্ডেল সংযুক্ত ধাতুখণ্ড উহা দিগকে ত্যাগ করিলে পথের বিচ্ছেদ ঘটে, ইহাকে সুইচ অফ (Switch off) বলে। সুইচে কোনরূপ দাহ্য পদার্থ যেন না থাকে এবং উহার হ্যাণ্ডেলটির অপরিচালিত অংশ বাদে বাকী সমস্ত অংশ যেন ঢাকনা দ্বারা ঢাকা থাকে এবং উহার + ও - তারের ধাতুখণ্ড স্বয়ং পরস্পর হইতে ও হ্যাণ্ডেলের ধাতুখণ্ড হইতে যেন একরূপ বাবধানে থাকে যে বিষয়ক অবস্থায় আর্কিং

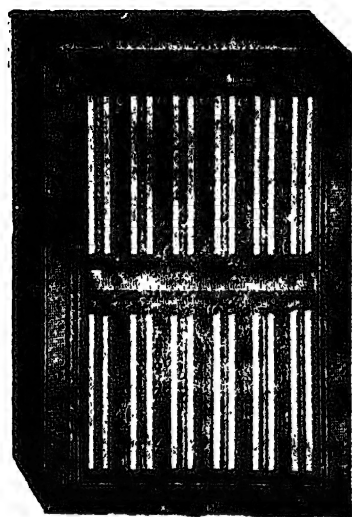
(Arching), স্পার্কিং বা অগ্নিশুল্ক না হয়। অধিক ভোল্টেজ ও কম ভোল্টেজ অনুসারে দুই প্রকার সুইচ ব্যবহার হয়। অধিক ভোল্টেজ

বিশিষ্ট লাইনে ব্যবহার্য স্ফটিকের অংশাবলী সাধারণ স্ফটিক অপেক্ষা ভালরূপে রোধিত। ৫৩৬ চিত্রে একটি ঢাকনা খোলা স্ফটিক, ৫৩৭ চিত্রে একটি ডবল স্ফটিক ও ৫৩৮ চিত্রে একটি 'নাইফ' (knife) স্ফটিক দর্শিত হইয়াছে।

তারের কেসিং, স্ফটিক বোর্ড প্রভৃতিকে দেওয়ালে খাটাইবার নিমিত্ত, দেওয়ালে গর্ত করিয়া ঐ গর্তে কাষ্ঠ কীলক (পিন) পুরিয়া সিমেন্ট প্রভৃতি দ্বারা আঁটিয়া দেওয়া হয়। যদি পিন কোন কারণে আলগা হইয়া যায় তাহা হইলে বাটালী দ্বারা উহার মধ্যস্থল চিরিয়া তন্মধ্যে কীলক (Wedge) পুরিয়া দিলেই উহা আঁটিয়া যাইবে। এই পিন কেসিংয়ের বেলায় ৩৪ ফুট অন্তর বসান হয় ও তাহার আকারে ছোট হয়; স্ফটিক বোর্ড প্রভৃতি ভারী বস্তুর জন্ত ভার অনুযায়ী এই পিনগুলি বৃহৎ হয়। পিনগুলি দেওয়াল হইতে যেন উঁচু বা নীচু না হয়, অর্থাৎ দেওয়ালের গায়ের সহিত যেন সমান ভাবে মিলিয়া থাকে। পিনগুলি দেওয়ালের সহিত দৃঢ় ভাবে আবদ্ধ হইলে পর তাহাদের উপর স্পেসিং ইনসুলেটর (ক্লিট) দিয়া ততপরি কেসিং প্রভৃতি স্ক্রু দিয়া ক্লিটের মধ্য দিয়া কাষ্ঠ পিনের সহিত আবদ্ধ করা হয়। পিনের উপর ক্লিট ব্যবহারের উদ্দেশ্য দেওয়াল ও কেসিং প্রভৃতির মধ্য দিয়া বায়ু সঞ্চালনের পথ প্রদান করা।

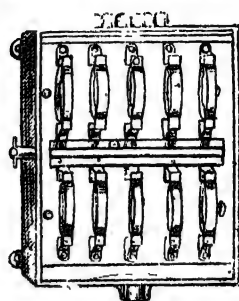
**ফিউজ (Fuse) :**—পাছে অত্যধিক প্রবাহ হেতু উদ্ধাপ দ্বারা তার পুড়িয়া গিয়া কোন স্থানে আগুন লাগিয়া যায় সেইজন্ত—ইঞ্জিনে যেক্রপ সেফ্টি ভাল্ভ ব্যবহৃত হয়—বৈজ্ঞানিক পথে সেইরূপ ফিউজ ব্যবহার হইয়া থাকে। ফিউজ বাহির হইতে একটি চীনা মাটির ঢাকনা বিশিষ্ট বাক্সের গ্রায় দেখিতে, চিত্র—৫৩৯-৫৪০। ইহার মধ্যে দুইটি ধাতুখণ্ড আছে তাহার লাইনের তারের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং বাক্সের মধ্যে ঐ ধাতুখণ্ডের ফিউজ অয়ার (Fuse wire) নামক একপ্রকার মিশ্রীতর তার দ্বারা সংযুক্ত থাকে। এই ফিউজতারের গুণ এই যে তাহার লাইনের তার অপেক্ষা অল্প তপ্ততায় বিগলিত

হয়—সুতরাং অত্যধিক প্রবাহ



চিত্র—৫৩৯

হইলে তদ্ব্যবস্থিত উত্তাপ হেতু লাইনের তার পুড়বার আগেই ফিউজ তার বিগলিত হইয়া যায় ও ফিউজের মধ্যস্থ ধাতু-খণ্ডদ্বয়ের বৈদ্যুতিক সংযোজন বিচ্ছিন্ন হয়। বৈদ্যুতিক পথ



চিত্র—৫৪০

সম্পূর্ণ করিতে হইলে পুনরায় ফিউজ তার দিয়া ধাতুখণ্ডদ্বয়কে সংযোগ করা হয়। লাইনের প্রবাহ তন্মুসারে ফিউজ তার নির্দ্ধারিত হয়।

**কাট আউট (Cut out) :**—এগুলি তারের সংযোগস্থলে সংযোজনের নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। যদি ফিউজ তার দ্বারা সংযোজন সাধিত হয় তাহা হইলে তাহাকে ফিউজ কাট আউট বলে, আর যদি লাইনের তার দ্বারাই সংযোজন সাধিত হয় তাহা হইলে তাহাকে জয়েন্ট বক্স বলে।

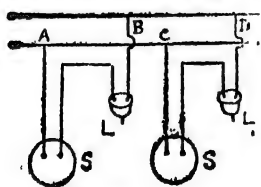
**সিলিং রোজ (Ceiling Rose) :**—ইহারা ছাদের তলদেশে কড়ি প্রভৃতি হইতে তার বুলাইবার নিমিত্ত ব্যবহৃত হয়। সুইচের মত ইহাদের মধ্যে দুইটি ধাতুখণ্ড থাকে, লাইনের তারদ্বয় ঐ ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত হয় ও তথা হইতে দুইটি তার ঢাকনার ছিদ্র দিয়া পর্যাণ্টে যায়।

**ওয়াল প্লাগ (Wall Plug) :—**এগুলি কাঠ বা চীনাঘাটি নির্মিত। ইহাতে দুইটি ধাতুখণ্ড থাকে, ঐ ধাতুখণ্ডের পয়েন্ট হইতে আগত তারদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত থাকে এবং ঐ প্লাগদ্বারা পয়েন্টকে লাইনের সহিত সংযুক্ত করা হয় (লাইনে সংযুক্ত এডপ্টারে বসাইয়া)।

**হোল্ডার (Holder) :—**এগুলি আলোকের বায় প্রভৃতিকে ধারণ করিবার জন্ত। বায় বাহাতে পড়িয়া না যায় তজ্জন্ত ইহাতে খাঁজ কাটা বা পাঁচ থাকে এবং লাইনের তারদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত দুইটি ধাতুখণ্ড থাকে। বায়টিকে পরাইয়া দিলে ইহার টার্মিনালদ্বয় ঐ ধাতুখণ্ডদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত হয়।

### তার খাটান (Wiring)।

**সুইচ ও পয়েন্ট (আগে পাখা প্রভৃতি) লাইনের সহিত সংযোজন :—**  
পূর্বেই বলা হইয়াছে লাইনে দুইটি তার থাকে, একটি পজিটিভ অপরটি নেগেটিভ এবং আলো বা পাখা প্রভৃতিকে পয়েন্ট বলে। কিরূপ উদ্দেশ্যে কিরূপ সুইচ দ্বারা পয়েন্ট লাইনের সহিত সংযুক্ত করা হয় এস্থলে কতকগুলি চিত্র দ্বারা

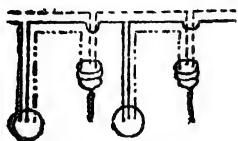


চিত্র—৫৪১ দর্শিত হইল।

৫৪১ চিত্রে দুইটি পয়েন্ট L ও L প্রত্যেকেই নিজ নিজ সুইচ S ও S দ্বারা লাইনের সহিত সংযুক্ত দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে লাইনের একটি তারের A স্থান হইতে একটি তার সুইচের একটি টার্মিনালে গিয়াছে, সুইচের অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার পয়েন্টের বা তাহার হোল্ডারের একটি টার্মিনালে গিয়াছে, হোল্ডার বা পয়েন্টের অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার লাইনের অপর তারে B স্থানে গিয়াছে। অপর পয়েন্টটির বেলায়ও সংযোজন ঠিক এইরূপ। প্রত্যেক পয়েন্টটিকে তদীয়

সুইচ দ্বারা তত্ত্বাবধান করা হয়। ইহাতে যে সংযোজন পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে তাহাতে লাইনের তারকে টাচিয়া অপর তার (৫৪১ চিত্র অনুযায়ী) সংযোগ করিতে হয়।

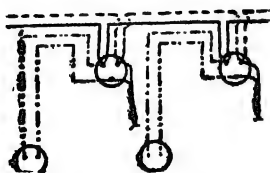
৫৪২ চিত্রে স্থায়ী স্থায়ী সুইচ দ্বারা পরিচালিত উক্ত পয়েন্ট দুইটির আর এক প্রকার সংযোগ পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ইহাকে 'লুপিং-ইন' (Looping in) বলে।



চিত্র—৫৪২

ইহাতে দৃষ্ট হইবে লাইনের তারের সহিত কোন তার সংযুক্ত হয় নাই, লাইনের একটি তার সুইচে গিয়াছে ও তথা হইতে পুনরায় লাইনভাবে নির্গত

হইয়া যাইতেছে, লাইনের অপর তারটি পয়েন্ট, হোল্ডার বা সিলিং রোজের একটি টার্মিনালে গিয়াছে ও তথা হইতে পুনরায় লাইনভাবে নির্গত হইয়া যাইতেছে, সুইচের অপর টার্মিনালটি পয়েন্ট, হোল্ডার বা সিলিং রোজের অপর টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করা হইয়াছে। এই পদ্ধতিতে লাইনের তার সুইচ পর্য্যন্ত যাইতেছে; সুতরাং অধিক পরিমাণ কণ্ডুইট লাগিবে এবং যেহেতু লাইনের সমস্ত প্রবাহ (সকল পয়েন্টের নিমিত্ত প্রবাহ) উহার মধ্য দিয়া বহমান সুইচে আগত কণ্ডুইটলাইনের মত মোটা হওয়া প্রয়োজন। অতএব অধিক তামা খরচ হয়। 'সিমপ্লেক্স' (Simplex) সিলিং রোজ ব্যবহার করিলে কণ্ডুইট ও তামার পরিমাণ

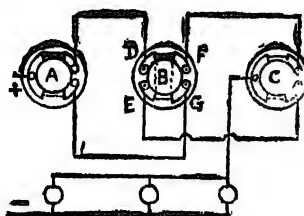


চিত্র—৫৪৩

অল্প লাগিবে। এই পদ্ধতি ৫৪৩ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে লাইন সিলিং রোজ পর্য্যন্ত আসিতেছে এবং সিলিং রোজ হইতে পৃথক তার সুইচে যাইতেছে এবং ঐ

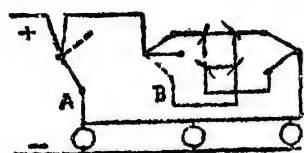
সিলিং রোজের পয়েন্টের মধ্য দিয়া যে প্রবাহ প্রয়োজন কেবলমাত্র তাহাই সুইচে আগত তারের মধ্য দিয়া বহিবে, অতএব তারটি আর মোটা হইবার

আবগ্ৰহক নাই এবং কণ্ডুইট সাস্রয় হইল। লম্বা লম্বা বারান্ডা ও সিঁড়ি



চিত্র—৫৪৪

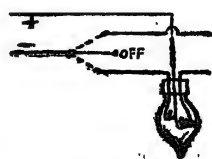
অবস্থা নির্দেশ করিতেছে এবং চিত্রে আলোকগুলি প্রজ্জ্বলিত আছে। যে কোন সুইচের অবস্থা বদলাইয়া দিলেই উহারা নিবিয়া যাইবে, তখন যে



চিত্র—৫৪৫

কোন সুইচের অবস্থা বদলাইলে উহারা পুনঃ প্রজ্জ্বলিত হইবে। ৫৪৫ চিত্রে একটি পয়েন্টকে দুই স্থান হইতে পরিচালিত করিবার ব্যবস্থা দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে বামদিকে একটি ‘সিঙ্গেল-ওয়ে’ (Single-way) ও একটি ‘টু-ওয়ে এ্যাণ্ড অফ্’ (Two way and off) সুইচ আছে। এই দুইটি সুইচই যদি “অফ” করা থাকে তাহা হইলে আলোকাদি জ্বলিতে পারে না, যদি টু-ওয়ে সুইচটী ‘অন’ করা থাকে এবং সিঙ্গেল-ওয়ে সুইচটী ‘অফ’ করিল থাকে তাহা হইলে অপরাপর সুইচ দ্বারা সার্কিট পরিচালিত হইতে পারে। কিন্তু সিঙ্গেল-ওয়ে সুইচটী ‘অন’ করা থাকিলে অপর কোন সুইচ দ্বারাই আলোকাদি নিবান যায় না। ৫৪৬ চিত্রে

একটি টু-ওয়ে এ্যাণ্ড অফ্ সুইচ দ্বারা দুই ফিলামেন্ট (হয়ত একটি ১ CP অপরটী ১৬ CP) আলোকের যে কোন ফিলামেন্টকে ইচ্ছানুযায়ী প্রজ্জ্বলিত করা যায়। এই ব্যবস্থা হাসপাতাল প্রভৃতিতে



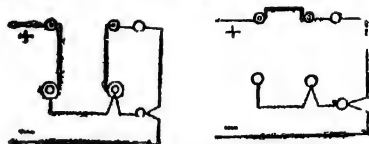
চিত্র—৫৪৬

ডহ প্রয়োজন হয়। বিছানায় শুইয়া আগামে পড়াশুনা করিতে স্চ্ছা করিলে ৫৪৭ চিত্রে দর্শিত ব্যবস্থা দ্বারা সাধিত হইতে পারে। ইহাতে



বিছানার নিকট একটি থ্রু-ওয়ে সুইচ ও টেবিলের নিকট একটি টু-ওয়ে সুইচ আছে। ডানদিকে আলোটি টেবিলের সন্নিহিত ও বামদিকে আলোটি

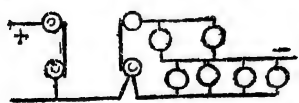
চিত্র—৫৪৭ বিছানার সন্নিহিত। টু-ওয়ে সুইচ দ্বাৰা কেবল মাত্র ডানদিকের আলোকটি পরিচালিত হয় এবং টু-ওয়ে সুইচটি যেকোন অবস্থাতেই থাকুক না কেন থ্রু-ওয়ে সুইচ দ্বারা যে কোন আলোককে পরিচালিত করা যাহতে পারে, কিন্তু একসঙ্গে উভয় আলোককে প্রজ্জ্বলিত করা যায় না। ৫৪৮



ও ৫৪৯ চিত্রে 'সাধারণ প্যাৰালাল

চিত্র—৫৪৮, ৫৪৯

এ্যাণ্ড অফ ডুপ্লেক্স সুইচ' দ্বাৰা ইচ্ছানুযায়ী একটি বা দুইটি আলোককে একটি সুইচ দ্বাৰা প্রজ্জ্বলিত করার ব্যবস্থা দর্শিত হইয়াছে। ৫৪৮ চিত্রে



চিত্র—৫৪৮

আলোক দুইটি প্যাৰালাল ভাবে আছে, ৫৪৯ চিত্রে কেবলমাত্র একটি আলোক জ্বলবে। ৫৫০-৫৫২ চিত্রগুলিতে দর্শিত

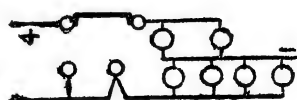
হইয়াছে কিরূপে উক্ত সিরিজ প্যাৰালাল এ্যাণ্ড অফ ডুপ্লেক্স সুইচ দ্বাৰা

বড বড হলের মধ্যে অনেকগুলি বা ইচ্ছানুযায়ী কতিপয় বিশিষ্ট আলোককে

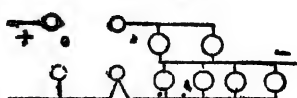
প্রজ্জ্বলিত করা যায়, ৫৫০ চিত্রে প্রত্যেক আলোকটি প্রজ্জ্বলিত হইতেছে, ৫৫১

চিত্রে প্রত্যেক তৃতীয় আলোক প্রজ্জ্বলিত দর্শিত হইয়াছে, এবং দৃষ্ট হইবে তাহারা

উপরের সারিতে আছে ও ৫৫২ চিত্রে সমস্ত আলোকই নিবিয়া আছে।



চিত্র—৫৫০



চিত্র—৫৫১



অস্বাভাবিক দোষ নির্ধারণ ও সংস্কার।

যদি ঠিক মত আলোক না জলে বা মোটরাদি না চলে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে কোথাও দোষ হইয়াছে। এই দোষ-স্থল আলোক বা মোটরের মধ্যে, না হয় লাইনে হইয়া থাকিতে পারে। যাহা হইউক দোষ কিসে হইয়াছে এবং কোথায় কিরূপ ভাবে হইয়াছে তাহা পরীক্ষা করিয়া ধৰিতে হইবে ও পরে তাহা সংশোধন করিতে হইবে।

দোষ হইয়াছে কিনা ধাবঁবার নির্মম্ব একটি আলোক ব্যবহৃত হয়, ইহাকে পরীক্ষক আলোক বা 'টেস্ট ল্যাম্প' ( Test Lamp ) বলে—ইহা একটি সাধাৰণ নিদোষ ইনক্যান্ডেসেন্ট আলোক।

(১) কোন আলোক ঠিক মত না জ্বলে ঐ আলোকটির পরিবর্তে টেস্ট ল্যাম্পটি ব্যবহার করিলে (ক) যদি ইহা ঠিকমত জ্বলে তাহা হইলে বুঝিতে হইবে পরীক্ষাদীন আলোকটির নিজের মধ্যে দোষ হইয়াছে। (খ) আর যদি টেস্ট ল্যাম্প না জ্বলে তাহা হইলে লাইনে দোষ হইয়াছে।

(২) ঠিক সেতুপ মোটরের পক্ষে মোটরের পরিবর্তে টেস্ট ল্যাম্প ব্যবহার করিলে (ক) যদি ইহা ঠিকমত জ্বলে তাহা হইলে মোটরের মধ্যে দোষ হইয়াছে। (খ) আর যদি টেস্ট ল্যাম্প না জ্বলে তাহা হইলে লাইনে দোষ হইয়াছে।

(১ক) আলোকের মধ্যে এই কয়টি দোষ ঘটিতে পারে (১) আলোর ফিলামেন্ট কাটিয়া যাওয়া। ইহা আলোকের টার্মিনালের সহিত একটি বৈদ্যুতিক ঘণ্টা ( call bell ) সিঁজে সংযুক্ত করিয়া ব্যাটারি বা কোথাও হঠতে কারেন্ট দিলে যদি ঘণ্টা বাজে তাহা হইলে ফিলামেন্ট কাটে নাই আর ফিলামেন্ট কাটিয়া থাকিলে ঘণ্টা বাজিবে না। ফিলামেন্ট কাটিয়া থাকিলে বাজটিকে বদলান ছাড়া উপায় নাই। (২ক) - আলোকের ক্যাপের টার্মিনালদ্বয়ের সহিত ফিলামেন্টের শেষ ভাগ-দ্বয়ের ঠিক মত সংযোজন না থাকা—তাহাত আলকে বদলাইতে হইবে।

(২খ) ক্যাপের টার্মিনালদ্বয়ের সহিত হোল্ডারের টার্মিনালদ্বয় ঠিকমত স্পর্শ না করা। এই দোষ কোন স্থলে উহাদিগের কোন একটিকে বা উভয়কে চাঁচিয়া দিলে, কোথাও বা গলিত রাং লাগাইয়া উঁচু করিয়া দিলে (যেখানে বেরূপ প্রয়োজন হয়) অংশোধিত হইতে পারে।

(২ক) মোটরের মধ্যে দোষ ঘটিয়া থাকিলে কোথায় কি প্রকারের দোষ হইয়াছে নির্ধারণ করিয়া মেরামত করিবে (মোটরের পরিচয় দ্রষ্টব্য)।

(১খ, ২খ) লাইনের মধ্যে দোষ হইয়া থাকিলে এই কয়েক প্রকারের দোষ ঘটিয়া থাকিতে পারে :—

(১) সংলগ্নতাহীনতা বা ডিসকন্টিনিউটি ( Discontinuity )।

(২) ভুল তার বা রংপোলারিটি ( Wrong Polarity )।

(৩) সর্ট সার্কিট (Short circuit) বা আর্থ কনেক্সান।

(৪) মন্দ রোধকতা বা ব্যাড ইনসুলেশান ( Bad Insulation )।  
সংলগ্নতাহীনতা (ক) বৈদ্যুতিক উপকরণগুলির মধ্যে অথবা (খ) লাইনের তারের মধ্যে ঘটিতে পারে ;—

(ক) বৈদ্যুতিক উপকরণের দোষ যথা, হোল্ডার, সিলিং রোজ, ফিউজ কাট, আউট, জয়েন্ট বক্স, সুইচ প্রভৃতির মধ্যে দোষ হেতু ঠিকমত বৈদ্যুতিক সংযোগ না হওয়া। ইহা টেষ্ট বাস লইয়া হোল্ডার হইতে আরম্ভ করিয়া পর পর সুইচ বোর্ড অবধি পরীক্ষা করিয়া ধরিতে হইবে কোনটি যথারীতি কার্য্য করিতেছে না। ইহাদিগের মধ্যে সুইচকে সদা সর্বদা ঘাঁটাঘাঁটি করা হয় বলিয়া ইহার মধ্যে নানা প্রকার দোষ ঘটবার সম্ভাবনা, তন্মধ্যে এই গুলি উল্লেখ যোগ্য। সুইচের মধ্যে বন্ধন স্ক্রু ঢিলা হইয়া যাওয়ার দরুন লাইনের তারদ্বয় সুইচের ধাতুখণ্ডদ্বয়ের সহিত ঠিকমত সংযুক্ত না হওয়া, এক্রূপ স্থলে বন্ধন স্ক্রুকে আঁটিয়া টাইট দিতে হইবে। সুইচের মধ্যে ধূলা বা কলঙ্ক পড়া হেতু সুইচ হ্যাণ্ডেলের ধাতুখণ্ড দ্বারা সুইচ মধ্যে তারের ধাতুখণ্ডদ্বয়ের পরস্পরের সহিত ঠিকমত সংযোগ না হওয়া, এক্রূপ স্থলে উহাদিগকে

শিরিস কাগজ দিয়া মাজিয়া ঝাড়িয়া পরিস্কার করিয়া দিতে হইবে। মেনের সুইচ খারাপ হইলে বা ফিউজ গলিয়া গেলে তদবীনস্থ সমস্ত আলোক নিবিয়া যাইবে ও পাখা প্রভৃতি বন্ধ হইয়া যাইবে। ফিউজ বিগলিত হইলে নূতন ফিউজ তার দ্বারা উহা পুনরায় সংযুক্ত করিয়া দিতে হইবে, এই সময় সুইচ দ্বারা লাইনকে মেন হইতে বিযুক্ত রাখিতে হইবে, নচেৎ সক লাগিবে।

• সুইচ খারাপ হইলে তাহাকে মেরামত করিবার সময়ে প্রথমে মেনের ফিউজকে সুইচ হইতে খুলিয়া দিয়া মেরামত করিতে হইবে, পরে সুইচকে 'অফ' (off) করিয়া ফিউজ লাগাইয়া দেওয়া হয়, তাহা হইলে আর সক লাগিবে না। সুইচ প্রভৃতির মধ্যে ঠিকমত সংযোগ ক্রিয়া সাধিত হইতেছে কিনা ধাতিতে হইলে উহার উভয়দিকের তার লইয়া একটি তারকে ব্যাটারির এক টার্মিনালের সাহিত ও অপর তারকে ঐ ব্যাটারির ভোল্টেজে প্রজ্জ্বলন-ক্ষম একটি আলোকের সহিত সংযোগ করিতে হয়; পরে ব্যাটারির অপর টার্মিনাল হইতে একটি তার লইয়া আলোকটির অপর টার্মিনালে যোগ করিয়া সুইচ 'অন' করলে, যদি আলোক জ্বলে তাহা হইলে সুইচের মধ্যে সংযোজন ঠিকমত ঘটিতেছে, আর আলোক না জ্বলিলে সংযোজন ঘটিতেছে না। 'কুল-বেলের' সাহায্যে এই পরীক্ষা চলিতে পারে। জয়েন্ট বক্স, ফিউজ বক্স প্রভৃতির মধ্যে সংযোজন ঠিকমত আছে কিনা কুল-বেলের সাহায্যে উক্ত প্রণালী মত পরীক্ষা করিতে হয়।

**সংলগ্নতা পরীক্ষা (Continuity test)** করিতে হইলে দেখিতে হইবে প্রত্যেক তারের আদি হইতে শেষপ্রান্ত পর্যন্ত বৈদ্যুতিক সংলগ্নতা আছে কি না অর্থাৎ এক প্রান্তে প্রবাহ দিলে অপর প্রান্ত পর্যন্ত তাহা চালিত হয় কিনা। কল বেলের সাহায্যে এই পরীক্ষা খুব সহজেই সাধিত হয়। ব্যাটারির একটি পোলারি সহিত যে তারের সংলগ্নতা পরীক্ষা করা হইবে তাহার একপ্রান্ত সংযুক্ত করিতে হইবে, তারের অপর প্রান্ত বেলের এক টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে ও বেলের অপর টার্মিনাল

ব্যাটারির অপর পোলটির সহিত সংযুক্ত করিলে যদি ঘণ্টা বাজে তবে সংলগ্নতা ঠিক আছে, আর সংলগ্নতা ঠিক না থাকিলে ঘণ্টা বাজিবে না।

**পোলারিসিটি টেস্ট :**—তারের পোল ঠিকমত না হইলে অর্থাৎ একটি পজিটিভ ও অপরটি নেগেটিভ না হইলে, বৈদ্যুতিক পথ বা সার্কিট সম্পূর্ণ হয় না। যথা, একটি আলোক বা পাথাকে দুইটি পজিটিভ বা দুইটি নেগেটিভ তারের সহিত সংযুক্ত করিলে উহা জলিবে না বা চলিবে না। এই সকল কারণে নানা প্রকার কার্য্য বিশেষে কোন স্থলে একটি পজিটিভ ও একটি নেগেটিভ এই দুই বিভিন্ন প্রকারের তার, কোথাও বা উভয়েই পজিটিভ বা উভয়েই নেগেটিভ অর্থাৎ একই প্রকারের তার প্রয়োজন হয়। এই নিমিত্ত তারের পোলারিটি নির্ধারণ প্রয়োজন হয় ও এই উদ্দেশ্যে ‘পোল ফার্টিণ্ড পেপার’ নামক এক প্রকার কাগজ ব্যবহৃত হয়। গ্যালভানো-স্কোপ সাহায্যে এই কার্য্য সমাধা হইতে পারে। পজিটিভ ও নেগেটিভের জন্য দুই বিভিন্ন রংএর তার ব্যবহৃত করিলে পোলারিটির সমস্যা কম হয়।

**সার্ট সার্কিট :**—আলোক বা পাথা প্রভৃতি বা অন্য কোন বাদ্য ব্যতীত পজিটিভের সহিত নেগেটিভ তারকে সংযুক্ত করিয়া সার্কিট বা পথ সম্পূর্ণ করিলেই সার্ট-সার্কিট বা ক্ষুদ্র পথ হইল। সার্ট-সার্কিট বা অর্থ কানেক্সান নির্দ্ধারণে প্রায় সকলেই মেগার প্রভৃতি যন্ত্রটি ব্যবহার করিয়া থাকেন। পরীক্ষক যন্ত্রের পন্টিচয় দ্রষ্টব্য।

**ইনসুলেশন টেস্ট :**—তার যেক্রপ ভাবেই রবার প্রভৃতি দ্বারা ঘোষিত হউক না কেন, এবং সুইচ, সিলিং রোজ, জয়েন্ট ও ফিউজ বক্স প্রভৃতি যেক্রপ ভাবেই ভাল অপরিচালক পদার্থ দ্বারা প্রস্তুত হউক না কেন, সকল সময়েই কিছু না কিছু প্রবাহ উহাদের মধ্য দিয়া অজ্ঞাত-সারে প্রবাহিত বা লীক ( Leak ) হইতে থাকে। লীক হইতেছে কিনা দেখিতে হইলে অয়ারিং এর তারের সহিত একটি গ্যালভানোমিটারকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া ব্যাটারি হইতে প্রবাহ দিলে দৃষ্ট হইবে সুইচ অফ

করা বা হোল্ডারে বাধ না থাকা প্রভৃতি সম্বন্ধে গালভানোমিটারের সূচ ঘুরিয়া যায়। লৌকের পরিমাণ অয়াসিংএর ইনসুলেসানের বাধা হইতে পরিমিত হয়—ইনসুলেসানের বাধা যত অধিক দৃষ্ট হইবে লৌক তত কম হইতেছে বুঝিতে হইবে। এই ইনসুলেসানের বাধা মেগার দ্বারা দৃষ্ট হয়। কি পরিমাণ লৌক হইতে দেওয়া যাইতে পারে তাহা ইলেক্ট্রিক সাপ্লাই কোম্পানী দ্বারা নির্দ্ধারিত হয়।

### মেগার ব্যবহার পদ্ধতি।

মেনের সহিত জমির ইনসুলেসান পরীক্ষা ৪—মেনের এক প্রান্তকে ১ টার্মিনালের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে, অপর প্রান্ত খোলা থাকিবে ও ৫ টার্মিনালকে জমি সংলগ্ন করিতে হইবে। তৎপরে সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে অপসারিত করিয়া সুইচগুলিকে অনু করিয়া দিয়া জেনারেটরকে 'মিনিটে ৬০ বার হিসাবে ঘুরাইতে হইবে। তাহা হইলেই ওমিটারে জমি হইতে মেনের ইনসুলেসান দর্শিত হইবে।

দুইটি মেনের মধ্যে ইনসুলেসান পরীক্ষা ৪—মেনদ্বয়ের আদি প্রান্তদ্বয় যথাক্রমে ১ ও ৫ এর সহিত সংযুক্ত করিতে হয় এবং উহাদের শেষ প্রান্তদ্বয়কে খোলা রাখিতে হয় ও সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে খুলিয়া লইতে হয়।

সমস্ত ইনসুলেসানের ইনসুলেসানের বাধা পরীক্ষা :—

১ কে লাইনের আদি প্রান্তের সহিত ও ৫ কে জমির সহিত সংযুক্ত করিতে হয় এবং সমস্ত ফিউজ, সুইচ ও আলোক প্রভৃতিকে যথাযথ স্থানে সংযুক্ত রাখিতে হয়। ইনসুলেসানের বাধা নির্দ্ধারিত (Standard) বাধা অপেক্ষা কম দর্শিত হইলে নিশ্চয়ই অপয্যাপ্ত লৌক ঘটিতেছে। কোন্ ভাগে বা শাখায় দোষ ঘটিয়াছে ধরিতে হইলে, দূরবর্তী স্থান হইতে

আরম্ভ করিয়া এক একটি করিয়া কাট আউটকে খুলিয়া দিতে হয় ও প্রত্যেক বার ইনসুলেসানের বাধা দেখিতে হয়।

দ্রষ্টব্য :—সম্মিহিত কেবল হইতে লৌক হেতু বা সম্মিহিত চুষকরাজ্য হেতু উক্ত পরীক্ষায় ভুল আসিতে পারে, সেইজন্য পরীক্ষাকালে রাস্তার মেনকে ডবল পোল স্লিচ দ্বারা গৃহ হইতে বিযুক্ত করা কর্তব্য এবং ম্যাগনেটোকে একবার একদিকে তৎপরে বিপরীত দিকে ঘুরাইয়া পরীক্ষা করা উচিত। এবং লাইনে যে ভোল্টেজ প্রযুক্ত হইবে, পরীক্ষাকালে তাহার দ্বিগুণ বা ততোধিক ভোল্টেজ ব্যবহার করিতে হয়, কারণ দোষযুক্ত লাইন কম ভোল্টেজে ঠিকমত কার্য্য করিতে পারে, কিন্তু কার্য্য-করী ভোল্টেজ প্রযুক্ত হইলেই উহা অকর্ম্মণ্য হয়। এইজন্য “ইনস্টিটিউশান অফ ইলেকট্রিক্যাল ইঞ্জিনিয়ার” কর্তৃক ইনসুলেসানের নূন বাধার নিমিত্ত নিম্নলিখিত নিয়ম প্রদত্ত হইয়াছে।

(১) জমির সহিত অগ্নারিং তারের সমস্তটির বা কোন অংশের ইনসুলেসানের বাধা ফিটিং ও আলোক প্রভৃতি লাগাইবার পূর্বে মাপিতে হইলে কার্য্যকরী ভোল্টেজের দ্বিগুণ অপেক্ষা কম ভোল্টেজ হইলে চলিবে না। এবং ঐ বাধা ৩০কে পয়েন্ট সংখ্যা দিয়া ভাগ দিলে যে ভাগফল হয় তত মেগোম অপেক্ষা কম হইলে চলিবে না। পয়েন্ট সংখ্যা বলিতে আলোক বা মোটর প্রভৃতিতে প্রবাহ যোগাইবার জন্য যত জোড়া তার লাগে তাহাই ধরিতে হয়।

(২) নিম্নলিখিত পরীক্ষা না করা পর্য্যন্ত লাইনে প্রবাহ চালান হইবে না—সমস্ত আলোক প্রভৃতিকে ঠিকভাবে লাগাইয়া দিয়া এবং সমস্ত স্লিচ ও ফিউজ প্রভৃতিকে অনু করিয়া দিয়া কার্য্যকরী ভোল্টেজের দ্বিগুণ ভোল্টেজ প্রযুক্ত করিলে ইনসুলেসানের বাধা যেন কোন মতেই ২৫কে আলোক সংখ্যা দিয়া ভাগ করিলে যত ভাগফল হয় তত মেগোম অপেক্ষা কম না হয়। আলোক এবং অন্যান্য অবলম্বনগুলিকে খুলিয়া

লইলে পরিচালকগুলির মধ্যে ইনসুলেসানের বাধা যেন ২৫কে আলোক সংখ্যা দিয়া ভাগ করিলে যে ভাগফল হয় তত মেগোম অপেক্ষা কম না হয়। এইভাবে প্রাপ্ত কোন অংশের ইনসুলেসানের বাধা ১ মেগোমের ন্যূন হইলে তাহাতে কোন মোটর, হীটার ( Heater ) বা তাপক অথবা অন্ত কোন অবলম্বন ব্যবহার করা উচিত নহে।

**নোট :-**—কি পরিমাণে কারেন্ট লীক হইতেছে তাহা লাইনের ভোল্টেজকে ইনসুলেসানের বাধা দিয়া ভাগ করিলে পাওয়া যায় এবং এই লীকের পরিমাণ যেন এককালে সমস্ত আলোক, মোটর প্রভৃতি কার্য করিলে যে প্রবাহ লাগে তাহার  $\frac{১}{১০০}$  ভাগের অধিক না হয়।

**দ্রষ্টব্য :-**—এস্থলে জানা প্রয়োজন যে তার খাটাইবার সঙ্গে সঙ্গে উহাদের কন্টিনিউইটি ও ইনসুলেসানের বাধা এবং স্ক্রীচ, সিলিং বোজ, পেণ্ডাণ্ট, প্লাগ প্রভৃতির অপরিচালক পদার্থের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহে কিনা পরীক্ষা করিয়া যাওয়া উচিত। তারের কন্টিনিউইটি পরীক্ষার্থে উহাকে ব্যাটারি ও গ্যালভানোমিটারের সহিত সিরিজে সংযুক্ত করিতে হইবে। গ্যালভানোমিটারের সূচ ঘুরিলেই কন্টিনিউইটি ঠিক আছে। কোন ফিটিংকে পরীক্ষা করিতে হইলে ব্যাটারি ও গ্যালভানোমিটার হইতে তারদ্বয় লইয়া ফিটিংটির রোধিত ধাতুখণ্ডদ্বয়ের সহিত সংযুক্ত করিলে যদি সূচ ঘুরিয়া যায় তাহা হইলে ফিটিংটির দোষ আছে।

### অনুশীলনী

- ১। অয়ারিংএ কি কি দোষ হইতে পারে ?
- ২। ইনসুলেসানের দোষ কি ভাবে পরীক্ষিত হয় ?
- ৩। মেগার কি কি কার্যে ব্যবহৃত হয় ?
- ৪। 'স্ট-স-কিট' কাহাকে বলে ও উহা কিরূপে লক্ষিত হয়

## পঞ্চবিংশ পরিচয় ।

### ক্ষমতা উৎপাদক (Power Plant) ।

পূর্বেই বলা হইয়াছে যে সওদাগরি বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন করিতে হইলে সেল বা ব্যাটারির দ্বারা হওয়া অসম্ভব, সেই জন্ত ডায়নামো, অলটারনেটার প্রভৃতি দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তির সরবরাহ করা হয় ।

যে সকল স্থানে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহকারী কোন কোম্পানী নাই সেই সকল স্থানে বৈদ্যুতিক শক্তি ব্যবহারের প্রয়োজন হইলে ব্যবহারকারিকে শক্তি প্রস্তুত করিয়া লইতে হইবে । পূর্বেই বলা হইয়াছে বৈদ্যুতিক প্রকাশ অপরাপর শক্তির অবস্থান্তর মাত্র এবং শক্তির এই অবস্থা ঘটাইবার জন্ত অনেক উপায় ও যন্ত্র প্রস্তুত হইয়াছে । ইহাদের মধ্যে কতিপয় যন্ত্র ব্যবসা সূত্রে সর্ব উপায় অপেক্ষা কার্য্যকারী । ইহারা ম্যাগনেটো, ডায়নামো অলটারনেটার প্রভৃতি নামে অভিহিত হয় । এই সকল যন্ত্র চুম্বক আবৃত্তির সহায়তায় বৈদ্যুতিক শক্তির সঞ্চারণ কৰ্ত্তা হেতু ইহাদের ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক ( Electro-Magnetic ) জেনারেটার বলা যায় । এই ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক জেনারেটারকে বৈদ্যুতিক শক্তির প্রকাশ করিতে হইলে ইহাদের কোন কোন অংশকে চালনা করিবার প্রয়োজন হয় । এই অংশ বা অংশ সকল চালনা করিতে হইলে পৃথক শক্তির দ্বারা চলন গতির বিকাশ প্রথমে করিতে হয় এবং সেই চলনগতির দ্বারা ইহাদের অংশ বা অংশ সকল চালিত হয়, সেইজন্য এই ইলেক্ট্রো-ম্যাগনেটিক জেনারেটারকে প্রথম চালক বলা যায় না । এই জেনারেটারকে গতি দিতে হইলে, হয় কোন জীবাশক্তি দ্বারা না হয় কোন প্রাথমিক গতি সঞ্চারকারী কলের দ্বারা দিতে হয় । রীতিমত ভাবে কার্য্য লইতে হইলে জীবাশক্তির দ্বারা একভাবে



কার্য হওয়া অসম্ভব



চিত্র—৫৫৩

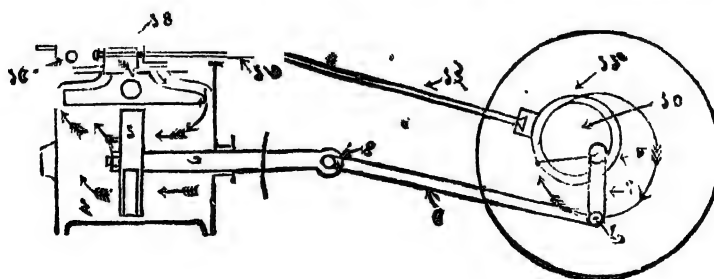
সেইজন্য প্রথম চালক কলের দ্বারা কার্য করানই বিধেয়। প্রথম চালক (প্রাইমমুভার) মোটর বা ইঞ্জিন এই প্রথম চালককল সকল বিভিন্ন প্রকারের শক্তির স্থিতির অবস্থানুযায়ী প্রস্তুত হইয়া থাকে ও তাহারা বিভিন্ন নামে অভিহিত হয়। যথা—

(১) বহমান বায়ু চালিত প্রথমচালক কল ( Wind mills ) চিত্র—৫৫৩।

(২) প্রবহমান জল চালিত প্রথমচালক কল ( Water Wheel or Turbine ) জল প্রপাৎ চালিত প্রথমচালক কল।

(৩) উত্তাপানুযায়ী দ্রবের আয়তন অল্লাধিকাতা হেতু চালিত প্রথম চালক কল ( Heat Engines ). চিত্র—৫৫৪।

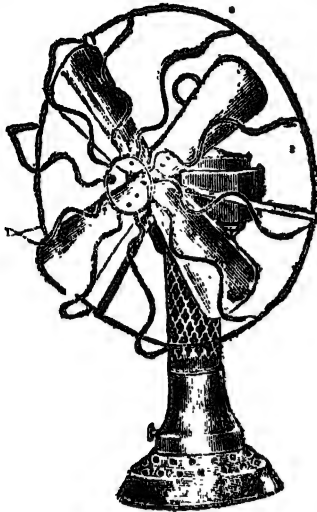
উপরোক্ত কয়েক প্রকার প্রথম চালক কল স্থান ও অবস্থার উপর নির্ভর করে। যেমন যদি অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন হয় তবে তদনুযায়ী বড় প্রথম চালকের প্রয়োজন ও



চিত্র—৫৫৪

অল্প ক্ষমতার প্রয়োজন হইলে ছোট প্রথম চালকের প্রয়োজন। বায়ু চালিত কল প্রায়ই অল্প ক্ষমতা প্রয়োজন হইলে ব্যবহৃত হইয়া থাকে, আবার, বিশেষতঃ যেখানে প্রবল বায়ু প্রায় সदा সর্বদা প্রবাহিত হইতে থাকে সেই স্থানেই এই প্রকার কল ব্যবহৃত হইতে

পারে। জলপ্রপাত চালিত কল প্রপাতের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। যেখানে ছোট প্রপাত আছে সেখানে অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন হইলে সেই প্রপাতের দ্বারা কার্য সম্পন্ন হয় না। সেইখানে অপর প্রকারের শক্তি বাহ্য সহজে পাওয়া যায় সেই শক্তি



চালিত কলের প্রয়োজন হয়। সকল স্থানে সব সময়ে বহনীয় বায়ু বা জল ও জলপ্রপাত প্রভৃতি পাওয়া যায় না। সেই কারণে উত্তাপ শক্তি চালিত কলেরই অধিক প্রচলন। কারণ উত্তাপশক্তি বিভিন্ন প্রকার ইন্ধন হইতে পাওয়া যাঁতে পারে এবং ঐ ইন্ধন কোন না কোন প্রকারে এক স্থান হইতে স্থানান্তরে বহন করিয়া লইয়া যাওয়া কার্য্য করান যাঁতে পারে।

উত্তাপ শক্তি জনিত প্রথম চালক দল দুই প্রধান পদ্ধতিতে কার্য্য করে যথা—

- (১) একস্টার্নাল কম্বাশ্চান ইঞ্জিন।
- (২) ইন্টার্নাল কম্বাশ্চান ইঞ্জিন।

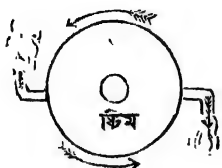
যে যন্ত্রে শক্তিকে কাব্যাকরী ক্ষমতাতে স্থানদান করা যায় তাহাকে ইঞ্জিন বলা যায়। উত্তাপ শক্তির ব্যবহার উপরোক্ত দুই প্রকার ইঞ্জিন দ্বারা হইতে পারে। উত্তাপ শক্তি

• চিত্র—৫৫৫

কোন দ্রব্যের মধ্যে প্রবেশ করিয়া সেই

দ্রব্যের আকৃতি বৃদ্ধি করাইতে দৃষ্ট হয়। সেই আকৃতি বৃদ্ধি যদি কোন আবৃত পাত্রের মধ্যে হয় এবং ঐ পাত্রের এমন ব্যবস্থা থাকে যাহাতে দ্রব্যের আকৃতি বৃদ্ধি হইবার চেষ্টা হইলে পাত্রের কোন অংশ সরিয়া গিয়া ঐ পাত্রস্থিত দ্রব্যের আকৃতি বৃদ্ধির জন্য স্থান সঙ্কুলান করায়, তখন দেখা যায় যে পাত্রের যে অংশটি স্থান সঙ্কুলানের জন্য সরিয়া যায় তাহার গতি প্রস্তুত হইয়াছে, কোন দ্রব্যকে গতি দ্বারা কার্য্য করাইতে হইলে এই শক্তিবান অংশের সহিত সুবিধামত সংযোগ করিতে পারিলে কাব্য পাওয়া যাঁতে পারে। অতএব দেখা যাঁতেছে যে আমাদের ইঞ্জিন বলিলে একটি দ্রব্যধারক পাত্র ও একটি গতিবান অংশ প্রয়োজন হয়। ঐ পাত্রটিকে সিলিণ্ডার ও গতিবান অংশটিকে পিষ্টন বলা যায়। জল ও গ্যাসের মধ্যে উত্তাপশক্তি প্রবেশ করিলে দেখা যায় উহার প্রভাবে জলের আকার বাষ্পে পরিণত হইয়া বৃদ্ধি হয় ও গ্যাস নিজ অবস্থাতেই বৃদ্ধি হয়। উত্তাপ শক্তি উহাদের মধ্যে প্রবেশ করিয়া উহাদের আকৃতি বৃদ্ধি করিবার চেষ্টা করিলে দেখা যায় যে যদি উহারা কোন আবৃত পাত্রের মধ্যে হয় এবং ঐ আবৃত পাত্র হইতে উহাদের নির্গত হুঁ বা বা কোন উপায় না থাকে, তবে উহাদের আয়তন বৃদ্ধি পাইবার উপক্রম হেতু পাত্রের গায়ে চাপ দিতে থাকে, ঐ চাপের অবস্থা এত বৃদ্ধি করা যাঁতে পারে যে এমন কি ঐ পাত্রটিকে ফাটাইয়া

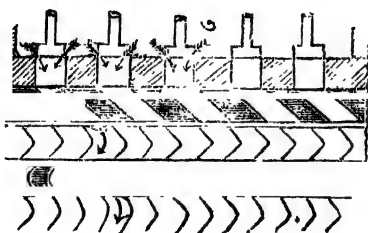
উহার আয়তনে বৃদ্ধি হয়। আমাদের ইঞ্জিন এমন ভাবে প্রস্তুত হয় যে এ পাত্র না কাটাওয়া পিষ্টন অংশকে ঠেলিয়া আয়তন বৃদ্ধির স্থান সম্বলান করায়। অগ্নির দ্বারা জলের আয়তন বৃদ্ধি করিয়া চাপযুক্ত বাষ্প প্রস্তুত কাষ্য সিলিঙারের মধ্যে না করাইয়া একটি ভিন্ন পাত্রে করা যায়। সেই পাত্রেটিকে বয়লার, বলা যায়। এই বয়লার হইতে চাপযুক্ত বাষ্প (steam) পাট্রিপ দ্বারা লইয়া আসিয়া সিলিঙারের মধ্যে দিলে সিলিঙারের পিষ্টন অংশটি চলাচল করিয়া কাষ্য করে। এই নিমিত্ত বাষ্প বা গ্যাস ব্যবহারকারী ইঞ্জিনকে 'একনটার্নাল কম্বাশ্বান' ইঞ্জিন বলা যায়। যে সকল ইঞ্জিনে সিলিঙারের মধ্যে



চিত্র-৪৪৬



চিত্র-৪৪৭



চিত্র-৪৪৮

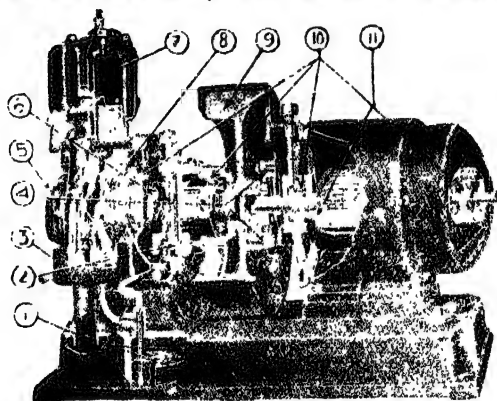
প্রলম্বোপযোগী গ্যাস প্রবেশ করাইয়া উহার মধ্যেই অগ্নি সংযোগ করাইয়া গ্যাস বিস্ফাবিত করিয়া পিষ্টনকে চলাচল করান যায় তাহাকে 'ইন্টার্নাল কম্বাশ্বান' ইঞ্জিন বলা যায়। অধুনা এটি একনটার্নাল কম্বাশ্বান ও ইন্টার্নাল কম্বাশ্বান কাষ্যের দ্বারা যে সকল ইঞ্জিনে সিলিঙারের মধ্যে পিষ্টন যাঁহাচাও করিয়া কাষ্য করে তাহাদিগকে রেসিপ্রোকটিং ইঞ্জিন ও যে সকল ইঞ্জিনে বাষ্প বা গ্যাস ধারক পাত্রের মধ্যে ঘূর্ণনশীল পাথাকে গুহাইয়া কাষ্য করান হয় তাহাদিগকে টার্বাইন ইঞ্জিন

বলা যায় চিত্র ৪৪৭। আমাদের এই পুস্তকে ইঞ্জিন সকলের বিবরণ আয়ত্ত্বাধীন নহে, ইহার বিষয় "মোটর শিক্ষক" পুস্তকে বিশদ ভাবে বর্ণিত হইয়াছে। আমাদের জ্ঞান বিশেষ প্রয়োজন যে বৈদ্যুতিক জেনারেটর চালাইতে হইলে ইঞ্জিনের গতি এক ভাবে থাকা প্রয়োজন, নতুবা জেনারেটরের ভোল্টেজ কম বেশী হইবার সম্ভাবনা। যখনই ডায়নামো প্রভৃতির ক্ষয় প্রাইমমুভার বা ইঞ্জিন পৃথক ক্রয় কথিতে হইবে তখন ভাল করিয়া বিবেচনাকে বলিয়া দিতে হইবে যে ইঞ্জিনটি বৈদ্যুতিক বল চালাইবার জন্য প্রয়োজন।

সাজকাল বাংলাতে বৈদ্যুতিক শক্তির দ্বারা কাষ্য করাটাব গুণ অনেক প্রকারের ছোট ছোট ইউনিট বা বৈদ্যুতিক প্লান্ট ব্যবহৃত হইতেছে।

ইহাদের প্রথম চালক বা ইঞ্জিন নানা প্রকার ইন্ধন দ্বারা চালিত। এই সকল ইঞ্জিন নিম্নলিখিত নামে অভিহিত হয়, যথা,—১। পেট্রোল ইঞ্জিন। ২। গ্যাস ইঞ্জিন। ৩। কেরোসিন ইঞ্জিন। ৪। ক্রুড অয়েল ইঞ্জিন। ৫। ডিসেল ইঞ্জিন। ৬। স্টীম ইঞ্জিন।

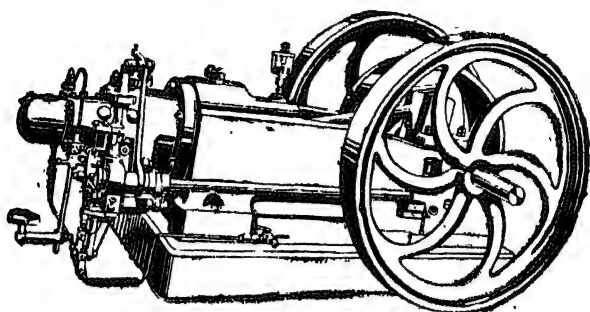
যে সকল স্থানে অল্প শক্তির প্রয়োজন সেখানে পেট্রোল ইঞ্জিন দ্বারা ডায়নামো চালানই বিধেয়। যদিও পেট্রোলে খরচ কিছু অধিক পড়ে, তথাপি ইহাকে চালাইবার জন্ত অধিক বেগ পাইতে হয় না। বিশেষতঃ ইঞ্জিনের ক্র্যাঙ্কশাফট দ্বারা ডায়নামো একেবারে চালিত হয়



চিত্র—৫৫৯

( Direct coupled ), বেলটিং প্রভৃতির হাজ্জামা ইহাতে নাই। পেট্রোল ও লুব্রিকেটিং তৈল এবং ইঞ্জিনকে শীতল রাখিবার ব্যবস্থা ঠিক রাখিলেই যে কোন অনভিজ্ঞ ব্যক্তির দ্বারাও ইহা চালিত হইতে পারে। ডেলকো প্রভৃতি অনেকগুলি সেট কতিপয় আলোক জ্বালাইবার ও পাখা প্রভৃতি চালাইবার জন্ত প্রস্তুত হইয়াছে। ইহাদের মেকানিক্যাল ক্ষমতা ১ হইতে ৩ হোটক শক্তি পর্য্যন্ত হইয়া থাকে। ৫২২, ৫৫৯, ৫৬০ চিত্রে কয়েকটা ছোট ছোট ক্ষমতা প্রস্তুত কারক সমষ্টি চিত্র দেওয়া হইল :—

ইহার অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হইলে যেখানে গ্যাস পাওয়া যায়, সেখানে গ্যাস ইঞ্জিন, নতুন কেরোসিন তৈল দ্বারা চালিত ইঞ্জিন ব্যবহার হয়। দেশের অধিক-ঘোটকের ক্ষমতা প্রয়োজন হইলে প্রায়ই ক্রুড অয়েল ইঞ্জিন বা সেমি ডিসেল ইঞ্জিন ব্যবহার করিতে ভাল হয়। ছোট খাট



চিত্র—৫৬০

সহরে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে যেখানে ৫০ ঘোটক ক্ষমতা প্রয়োজন ক্রুড অয়েল ইঞ্জিনই সচরাচর ব্যবহার হইয়া থাকে। কোন কোন বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহকারী কোম্পানী সাকসান গ্যাস ইঞ্জিনও ব্যবহার করিয়া থাকে। আবার যদি ঐ শক্তি কোন কয়লা প্রধান দেশের জন্ত প্রয়োজন হয়, তবে ষ্টীম ইঞ্জিন ব্যবহার হইয়া থাকে।

শক্তির ‘চাহিদা’ (Demand) অনুসারে প্রাথমিক গতি প্রদায়ক যন্ত্র ও বিদ্যুৎ-উৎপাদক কল প্রস্তুত হয়। যেখানে অল্প শক্তির প্রয়োজন সেখানে ঐ কার্য ছোট ছোট কল সকলের সাহায্যে হইতে পারে। আবার যেখানে চাহিদা অধিক সেখানে স্তব্ধ কলে প্রয়োজন হয়। যেখানে শক্তিকে দূরে লইতে হয় ও সকল সময় ‘চাহিদা’ সম্ভাব থাকে না, সেখানে অথবা-ব্যয় লাঘব করিবার জন্ত অগ্রাণু উপায়ও অবলম্বন করিতে হয়। এখন আমরা সেই সকল বিষয় আলোচনা করিব।

**সওদাগরি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ :-**  
সওদাগরি বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে নিম্নলিখিত বিষয়গুলির বিষয় ভাল করিয়া বিবেচনা ও যত্নাদি সংগ্রহ করিতে হইবে।

- ১। দৈনিক ২৪ ঘণ্টার মধ্যে সর্ব সময়ে কতটা ক্ষমতার প্রয়োজন।
- ২। প্রাতঃমুহূর্তে গড়ে কতটা ক্ষমতার প্রয়োজন।
- ৩। সমস্ত দিবা রাত্রে কখন ও কতক্ষণ গরিষ্ঠ ক্ষমতা প্রয়োজন।
- ৪। ক্ষমতা প্রেরণ কালে অপচয় কত।
- ৫। ডায়নামো বা অর্টারনেটারের পারকতা।
- ৬। ইঞ্জিন বা প্রথম চালকের পারকতা।

এই সকল বিষয় লক্ষ্য করিয়া ক্ষমতার হিসাব করিতে হইবে, তাহাতে ইঞ্জিনের হর্ষ-পাওয়ার পাওয়া যাইবে। এই হর্ষ পাওয়ারের উপর অন্ততঃ আরও একের চতুর্থাংশ ক্ষমতা সময় অসময়ের জন্য অধিক ধারণা ইঞ্জিনের হর্ষ-পাওয়ার ধার্যা করিতে হইবে। ডায়নামো প্রভৃতি বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপাদক যন্ত্র সকল দুই এক ঘণ্টা কাল কথিত (declared) ক্ষমতার উপর  $২৫\%$  প্রয়োজন হইলে  $২৫\%$  অধিক ক্ষমতা দিতে সক্ষম হয়। এই দুই ঘণ্টা কালের অধিক সময় ঐ অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন হইলে অত্র কোন উপায়ের দ্বারা ঐ অধিক ক্ষমতা যোগান প্রয়োজন, ইঞ্জিন ও ডায়নামোর ক্ষমতা গড় প্রয়োজন ক্ষমতার উপর হিসাব করা হয়। যেখানে দিবা রাত্রে একপ্রকার ক্ষমতাই প্রয়োজন সেখানে একভাবে ক্ষমতা উৎপন্ন কারলেই চলে, কিন্তু যে সকল স্থানে দিবাভাগের কোন কোন সময় গড় ক্ষমতা অপেক্ষা অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হয় ও রাত্রে গড় ক্ষমতা অপেক্ষা কম ক্ষমতা প্রয়োজন, সেই সকল স্থানে হয় ইঞ্জিন ও ডায়নামোকে সর্বাপেক্ষা অধিক ক্ষমতার উপযোগী করিতে হয়, নতুবা গড় ক্ষমতার ইঞ্জিন ও ডায়নামো বসাইয়া উহার সহিত উপযুক্ত সেকেন্ডারী ব্যাটারির ব্যবস্থা করিতে হয়। ঐ ব্যাটারির ক্যাপাসিটি এইরূপ হওয়া

চাই, যাহাতে আবশ্যক হইলে ডায়নামোর সম্পূর্ণ ক্ষমতার অধিক ক্ষমতা প্রয়োজন হইলেও যোগাইতে পারে। এবং যখন গড় ক্ষমতা অপেক্ষা কম ক্ষমতার প্রয়োজন হয়, সেই সময় ইঞ্জিন ও ডায়নামোর অতিরিক্ত ক্ষমতার দ্বারা ব্যাটারিটী পুনরায় চার্জ হইয়া থাকিতে পারে। আবার যে স্থানে অধিক ক্ষমতার প্রয়োজন ও চাহিদার পরিবর্তন অধিক, সেই সকল স্থানে এক 'সেট' ইঞ্জিন না বসাইয়া আবশ্যক মত একের অধিক 'সেট' বসাইলে প্রাথমিক খরচ একটু অধিক পড়ে বটে, কিন্তু চালাইবার খরচ মোটের উপর কম পড়ে। সাধারণতঃ সাপ্লাই কার্যের জন্য সাটে ডায়নামো ব্যবহৃত হয়, ইহারা একের অধিক হইলে "বাস বা" দ্বার প্যারালল বা সাটে সংযুক্ত হয়। লক্ষ্য রাখিতে হয় যেন দ্বিতীয় ডায়নামোকে চালাইবার প্রয়োজন হইলে উহার ভোল্টেজ অপর চলন্ত ডায়নামোর ভোল্টেজের সহিত সমান হইলে তবে উহাকে সুইচ দ্বারা "বাস বারে" সংযোগ করিতে হয়। নতুবা ডায়নামোর রীতি অনুসারে ঐ দ্বিতীয় ডায়নামোটি বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপন্ন না করিয়া মোটর হইয়া চলিবে এবং প্রথম চলন্ত ডায়নামোকে সাহায্য না করিয়া বরং উহা হইতে বৈদ্যুতিক শক্তি লইয়া ঘুরিতে থাকিবে, সঙ্গে সঙ্গে দ্বিতীয় ডায়নামোর চালকইঞ্জিনেরও কতকটা ভার প্রথম চলন্ত ডায়নামোতে পড়ে। অতএব এইরূপ কার্য যাহাতে না হয় তাহা লক্ষ্য করিতে হইবে। ভোল্টেজ মিলন করিয়া সুইচ সংযোগকে 'সিনক্রনাইজিং' (Synchronising) বলে।

বদি বৈদ্যুতিক প্রবাহকে বহুদূরে 'লইয়া' গিয়া কার্যে লাগাইতে হয়, তবে দেখা যায় যে হয় ঐ প্রবাহের চাপ অত্যধিক করিতে হয়, নতুবা প্রবাহ বাহক কণ্ডাক্টরের ব্যাস (diameter) বৃদ্ধি করিতে হয় অর্থাৎ মোটা তার ব্যবহার করিতে হয়। মোটা তার ব্যবহার করিতে গেলে খরচ অত্যন্ত অধিক পড়ে, সেইজন্য প্রবাহের চাপকেই (volt) অধিক করাই যুক্তিযুক্ত। আমরা জানি বৈদ্যুতিক শক্তি =  $C \times V = \text{watt}$ , বৈদ্যুতিক

শক্তির অপচয় =  $C \times R$ . —অতএব “C” কে পরিমাণে যত কম করিতে পারা যায়, শক্তির অপচয় ততই অল্প হয়। কিন্তু আবার অধিক চাপযুক্ত বিদ্যুৎকে গৃহকার্যে ব্যবহার করা বড়ই বিপদজনক, সেইজন্য অধিক ভোজের বৈদ্যুতিক শক্তি প্রস্তুত করিয়া সেই শক্তিকে তার দ্বারা কার্যস্থানে বহন করিয়া লওয়া পরে গৃহে গৃহে সরবরাহ করিবার পূর্বে ঐ শক্তির চাপকে নিরাপদে ব্যবহারোপযোগী করিয়া দিতে হইবে। অতএব এই কার্য করিতে হইলে সরবরাহ স্থান হইতে আগত বিদ্যুৎ বেগ কমাইবার জন্য একটি অব-লম্বন প্রয়োজন হয়, তাহাকে ব্যালান্সার বলা যায়। অণ্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্ট বা ডাইরেক্ট কারেন্টকে অণ্টারনেটিং কারেন্টে পরিণত করিতে হইলে একটি যন্ত্রের প্রয়োজন হয়, তাহাকে রোটারী কনভার্টার বলা যায়। এই যন্ত্রের এক প্রান্তে স্লিপ-রিং ও অপর প্রান্তে কমিউটেটর আছে। ডাইরেক্ট কারেন্টকে অণ্টারনেটিং কারেন্টে লইতে হইলে কমিউটেটরের দিকে ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে স্লিপ-রিং হইতে অণ্টারনেটিং কারেন্ট পাওয়া যাইবে, এবং স্লিপ-রিংএর দিকে অণ্টারনেটিং কারেন্ট দিলে কমিউটেটর হইতে ডাইরেক্ট কারেন্ট পাওয়া যাইবে। ডাইরেক্ট কারেন্টের চাপ বা ভোল্টেজ কমবেশী করিতে হইলে ব্যালান্সারের বা বুস্টারের সাহায্যে হয়। অণ্টারনেটিং কারেন্টের ভোল্টেজ কম বেশী করিতে হইলে ট্রান্স-ফরমারের সাহায্যে করা যায়। এখন দেখা যায় কার্য হিসাবে উপরোক্ত যন্ত্র সকলের সাহায্যে ইচ্ছামত বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করা যায়।

### শক্তি সরবরাহ প্রণালী (Supply System)।

পাওয়ার হাউস হইতে শক্তি সরবরাহ কার্যে খাতব পরিচালকাদির মূল্যের দিকে লক্ষ্য রাখিতে হয়। সেইজন্য সরবরাহ প্রণালী এরূপ হওয়া বিধেয় যেন তাহাতে তারের পরিমাণ (ওজন) কম লাগে।

**দুই তার প্রণালী :—**ইহা প্রধানতঃ চারি প্রকারের :—

১। সিরিজ, ২। প্যারালাল, ৩। সিরিজ-প্যারালাল, ৪। প্যারালাল-সিরিজ।



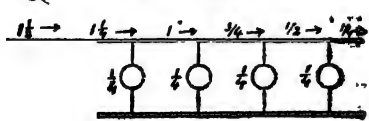
দুই তারের সিরিজ প্রণালী ৪-৬১ চিত্রে ইহা দর্শিত হইয়াছে। ইহার দ্বারা খুব সহজে শক্তি সরবরাহ হয় এবং প্রবাহ বেগ সর্বত্র সমান, কিন্তু বাধা অনুযায়ী ভোল্টেজ কমিয়া যায়। ইহা আর্ক-লাইটে ও টেলিগ্রাফ কার্যে ব্যবহৃত হয়—টেলিগ্রাফ কার্যে কেবল একটি তার প্রয়োজন হয়। কিন্তু



চিত্র—৬১

ইহার অন্তর্বিধা এই যে অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট বলিয়া দুর্ঘটনার সম্ভাবনা। যথা—ইহার A বিন্দুটি ভূ-সংলগ্ন থাকিলে, কোন ব্যক্তি ঐ স্থান স্পর্শ করিলে কোন সঙ্কপাইবে না, কিন্তু পাঁচটি আলোকের পর D বিন্দু স্পর্শ করিলে  $৫ \times ৫০ = ২৫০$  ভোল্ট অনুযায়ী সঙ্কপাইবে (প্রত্যেক আর্ক লাইটে প্রায় ৫০ ভোল্ট পি, ডি, প্রয়োজন হয়), D বিন্দু স্পর্শ করিলে  $৯ \times ৫০ = ৪৫০$  ভোল্ট অনুযায়ী সঙ্কপাইবে। সাধারণতঃ ৬০টি আর্ক লাইট এক এক সার্কিটে ব্যবহার হয়। সুতরাং সার্কিটের ভোল্টেজ প্রায়  $৬০ \times ৫০ = ৩০০০$  ভোল্ট।

দুই তারের প্যারালাল প্রণালী :—৬২ চিত্রে এই



চিত্র—৬২

প্রণালী দর্শিত হইয়াছে।

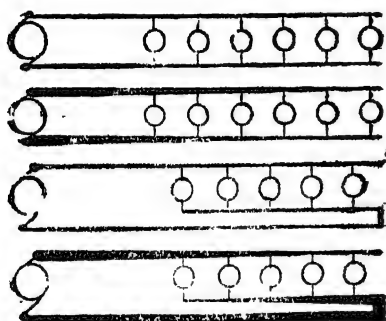
ইহা অপেক্ষাকৃত জটিল।

যেহেতু ইহাতে ভোল্টেজ

একভাবে থাকে, এই প্রণালী

সর্বত্র, এমন কি অধিকাংশ আর্ক-ল্যাম্পও ব্যবহৃত হয়। ইহাতে সিরিজ প্রণালী অপেক্ষা অধিক তার লাগে। এই প্রণালীর তিনটি অনুবিধা ;—  
১। আলোক বা মোটর প্রভৃতিতে ডায়নামোর ভোল্টেজ অপেক্ষা কম ভোল্টেজ পায়, ইহা তত হানিকর নহে, ২। কোন কোন আলোক বা মোটর অল্প অপেক্ষা অল্প ভোল্টেজ পায়, ৩। কোন আলোক বা মোটরকে

লাইনের সহিত সংযুক্ত বা বিযুক্ত করিবার কালে অস্ত্রের ভোল্টেজ পরি-  
বর্তিত হয়। এই শেষোক্ত দুইটি হানিকর ; ইহাদিগকে রোধকরণার্থে  
'বুটার' ব্যবহার হয় বা ডায়নামোদিগকে প্যারালাল ভাবে চালান হয়।  
ইনক্যানডিসেন্ট ল্যাম্প সকল ২২০ ভোল্ট অপেক্ষা অধিক চাপ সহিতে  
পারে না বলিয়া এই প্রণালী উহাদের পক্ষে খুব উপযোগী। এই প্রণালী  
দুই অংশে গঠিত (১) ফীডার বা ডায়নামো ইহাতে আগত পরিচালক-  
দ্বয়। (২) মেন বা যে পরিচালকদ্বয়ে আলোক বা মোটরাদ সংযোগ করা



চিত্র—৫৬৩-৫৬৬

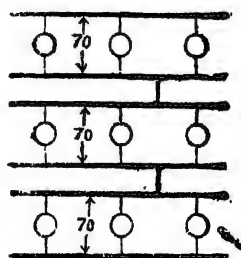
হয়, ফিডার মেনের সহিত  
দুই ভাবে সংযুক্ত হয়—

(১) প্যারালাল  
ফীডিং—ইহাতে ফিডার  
মেনদ্বয়ের একই শেষ ভাগে  
সংযুক্ত হয়, (২) এন্টি-  
প্যারালাল ফীডিং  
ইহাতে ফিডার—মেনের  
বিপরীত শেষ ভাগের সহিত

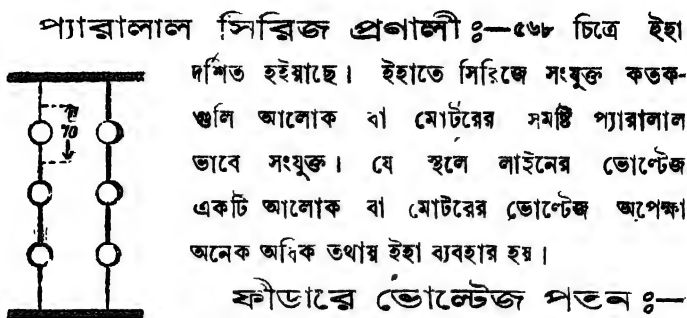
সংযুক্ত হয়। মেন গুলি স্থল হইতে পারে বা প্রবাহ অনুযায়ী ক্রমশঃ সরু  
হইতে পারে; চিত্র—৫৬৩-৫৬৬।

সিরিজ প্যারালাল প্রণালীঃ—

৫৬৭ চিত্র, ইহাতে কতকগুলি আলোক বা মোটর  
প্রভৃতি প্যারালাল ভাবে সংযুক্ত হয় ও এরূপ  
কতকগুলি প্যারালালে যুক্ত সমষ্টি সিরিজে সংযুক্ত  
হয়। বলা বাহুল্য কোন একটি সবটাই আলোক বা  
মোটরের ভোল্টেজ সমান হওয়া চাই ও প্রত্যেক  
সমষ্টির মধ্যে দিগ্না যেন একই প্রবাহ বহিতে পারে।



চিত্র—৫৬৭

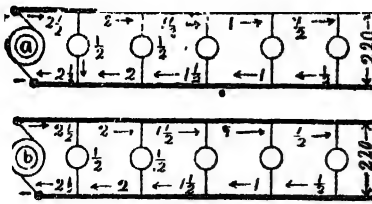


দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে সিরিজে সংযুক্ত কতকগুলি আলোক বা মোটরের সমষ্টি প্যারালেল ভাবে সংযুক্ত। যে স্থলে লাইনের ভোল্টেজ একটি আলোক বা মোটরের ভোল্টেজ অপেক্ষা অনেক অধিক তথায় ইহা ব্যবহার হয়।

ফিডারের ভোল্টেজ পতনঃ—

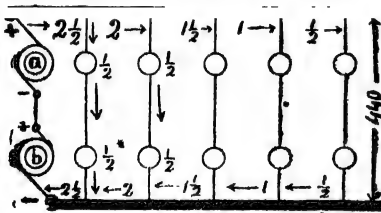
চিত্র—৫৬৮ ফিডারগুলি সাপ্লাই স্থান অর্থাৎ পাওয়ার হাউসের স্ক্রুট-বোর্ড হইতে ডিষ্ট্রিবিউটিং স্টেশন পর্যন্ত প্রবাহ সরবরাহ করে; এবং অনেক সময়ে দৈর্ঘ্য খুব বেশী হয়। সুতরাং তাহাদের মধ্যে ভোল্টেজ পতন হয়। ফিডারে ভোল্টেজ পতন রদ করা আবশ্যক এবং সরবরাহের যে কোন প্রণালী এরূপ হওয়া উচিত যেন যে কোন ভাবে ডিষ্ট্রিবিউটিং পয়েন্টগুলি একভাবে ভোল্টেজ প্রাপ্ত হয়।

তিন তার প্রণালীঃ—এই প্রণালীর প্রধান উদ্দেশ্য তাত্রের সাশ্রয়। যেহেতু তারের স্থূলতা প্রবাহের উপর নির্ভর করে, ভোল্টেজের উপর নির্ভর করে না, যথা যে তার ১০ ভোল্টের ৩ অ্যাম্প প্রবাহ বহন করিতে পারে, তাহা ১০,০০০ ভোল্টের ৩ অ্যাম্প প্রবাহ বহন করিতে পারিবে এবং যেহেতু বৈদ্যুতিক ক্ষমতা প্রবাহ ও ভোল্টেজের গুণফল ( $E \times C$ ) সুতরাং স্পষ্টই দেখা যায় তারের স্থূলতা (অতএব প্রবাহ) ঠিক রাণিয়া ভোল্টেজ বৃদ্ধি দ্বারা তারের মধ্য দিয়া বাহিত ক্ষমতার পরিমাণ পরিবর্তিত করা যাইতে পারে। এইজন্য সকল সময় যথা সম্ভব অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট প্রবাহ সরবরাহের বন্দোবস্ত করিতে হয়। ইহার আর একটি সুবিধা, সরবরাহ শক্তির তুলনায় ফিডার বা মেনে উত্তাপ জনিত শক্তির ( $C^2R$ ) অপচয় ও কম হয়। ইনক্যান্ডিসেন্ট (কার্বন ফিলামেন্ট) আলোগুলিতে সচরাচর ২২০ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হয় এবং প্রত্যেক



চিত্র--৫৬৯-৫৭০

ভোল্টের উপযোগী করা যায় তাহা হইলে ঐ অম্প প্রবাহ লাগিবে ( $৪৪০ \times \frac{1}{2} = ১১০$  ওয়াট)। সুতরাং সমস্ত তার ব্যবহার করিলে দ্বিগুণ সংখ্যক আলোককে ক্ষমতা যোগান যায়। এখন দেখা যাউক কি ভাবে ভোল্টেজ



চিত্র—৫৭১

৩ অম্প করিয়া প্রবাহ দিতেছে। এখন যদি ডায়নামোয়কে সিরিজে সংযুক্ত করা যায় (চিত্র ৫৭১) অর্থাৎ একটির পজিটিভ ব্রাস অপরটির নেগেটিভ ব্রাসের সহিত সংযুক্ত করা হয় তাহা হইলে কেবলমাত্র দুইটি তার (ফিডার) প্রয়োজন হইবে এবং এই ফিডারদ্বয়ের মধ্যে পি, ডি, =  $৪৪০$  ভোল্ট হইবে, সুতরাং  $২২০$  ভোল্টের দুইটি করিয়া আলোক বা মোটরকে সিরিজে সংযুক্ত করিয়া ঐ দুইটির সমষ্টিকে লাইনের সহিত সংযুক্ত করিতে হইবে। এস্থলেও ঠিক পূর্বের ন্যায় প্রত্যেক আলোক প্রভৃতির মধ্য দিয়া  $\frac{1}{2}$  অম্প করিয়া প্রবাহ যাইবে ও তাহাদের প্রত্যেকে  $২২০$  ভোল্ট করিয়া চাপ পাইবে। কারণ দুইটিতে মিলিয়া  $৪৪০$  ভোল্ট পাইতেছে। অতএব ঠিক পূর্বের ন্যায় তাহার ক্ষমতা প্রাপ্ত হইবে, অথচ প্রায় অর্ধেক পরিমাণ তার সাশ্রয়

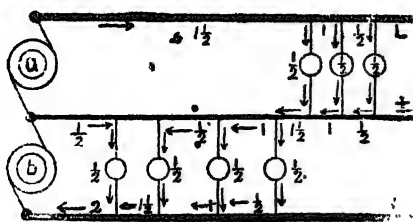
৩২ বাতির আলোকে ঐ চাপে প্রায়  $\frac{1}{2}$  অম্প প্রবাহ লাগে অর্থাৎ প্রত্যেক ৩২ বাতির আলোকে  $২২০ \times \frac{1}{2} = ১১০$  ওয়াট ক্ষমতা প্রয়োজন হয় কিন্তু যদি আলোকটিকে  $৪৪০$

বাধি করিতে পারা যায়।  
৫৬৯ ৫৭০ চিত্রে A ও B দুইটি ডায়নামো পৃথক-ভাবে দুইটি পৃথক সার্কিটে ক্ষমতা যোগাইতেছে ও প্রত্যেকেই  $২২০$  ভোল্টে

হইল। কিন্তু ইহাতে অসুবিধা এই যে, কোন একটি আলোক নিবাইয়া দিলে অপরটি পুড়িয়া যাইবে। এই অসুবিধা নিবারণের নিমিত্ত ডায়নামো-ম্বরের সংযোগ স্থল হইতে তৃতীয় একটি তার প্রয়োজন হয়, সেইজন্য এই প্রণালীকে ‘তিন তার’ প্রণালী বলে। এই তৃতীয় তারের কার্য কোন একটি আলোক নিবাইয়া দিলে অপর আলোকটির প্রবাহ আলোক হইতে ইহার মধ্য দিয়া ডায়নামোতে বা ডায়নামো হইতে ইহার মধ্য দিয়া আলোকে গিয়া উহাকে ঠিকমত ক্ষমতা প্রদান করে ও এইভাবে যে কোন স্থানীয় অথবা সংখ্যক আলোককে ইচ্ছানুযায়ী নিবাইয়া বা জালিয়া দেওয়া সম্ভবপর হয়। এই তারটির উভয়দিকে সমান ভার থাকিলে ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবে না—সেইজন্য ইহাকে ‘নিউট্রাল অয়ার’ (Neutral wire) বলে এবং ইহা ০ বা + দ্বারা চিহ্নিত হয়, শেষ চিহ্নটি নির্দেশ করিতেছে যে ইহা প্রথম ডায়নামোর পজিটিভ তার ও দ্বিতীয় ডায়নামোর নেগেটিভ তার। নিউট্রাল তারের উভয়দিকে ভার সমান না হইলে ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবে, নিম্নদিকে ভার অধিক হইলে ডায়নামো হইতে ইহার মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিবে আর উপর দিকে ভার অধিক হইলে ডায়নামো অভিমুখে প্রবাহ বহিবে। কার্যতঃ শক্তি ব্যবহারকগণকে এরূপভাবে ভাগ করিয়া দেওয়া হয় যে নিউট্রাল তার দিয়া যতদূর সম্ভব কম প্রবাহ বহে। সচরাচর নিউট্রাল তারের স্থূলতা পার্শ্বের তারের স্থূলতার প্রায় অর্ধেক হয়। কয়েক প্রকার উপায়ের সাহায্যে তিন তার প্রণালীতে কেবলমাত্র একটি ডায়নামো ব্যবহার করা যাইতে পারে, যথা,—

(১) **ষ্টোরেজ ব্যাটারি প্রণালী**ঃ—ইহাতে একটি ষ্টোরেজ ব্যাটারিকে পার্শ্বের তারদ্বয়ের মধ্যে সংযোগ করা হয় এবং নিউট্রাল তারটিকে এরূপ স্থানে সংযোগ করা হয় যেন উহার চাপ ঠিক মত হয়।

(২) **ডবল ডায়নামো প্রণালী**ঃ—(চিত্র—৫৭২), ইহাতে একটি আমেরচার কোরে দুইটি তার জড়ান ও তাহারা দুইটি পৃথক



চিত্র-৫৭২

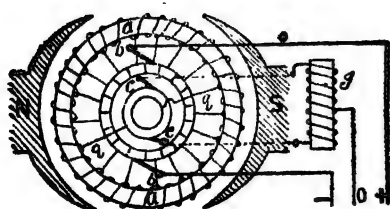
কমিউটেটরের সহিত সংযুক্ত এরূপ একটি ডবল-ডায়নামো ব্যবহার হয়। এই ডবল ডায়নামো সিরিজে সংযুক্ত দুইটি পৃথক ডায়নামোর মত কার্য্য.

করে। চিত্র ৫৭২ একই সার্কিটের উপর পৃথক কমিউটেটরদ্বয় আছে।

(৩) ব্রিজ প্রণালীঃ—ইহাতে পাশ্বের তারদ্বয়কে একটি বাধাদায়ক তার বা কয়েল দ্বারা সেতুর মত সংযোগ করা হয় এবং একটি স্থান পরিবর্তনক্ষম সুইচ দ্বারা নিউট্রাল তারকে উহার এরূপ স্থানে সংযোগ করা হয় যেন দুইদিকেই তার সমান হয়।

(৪) তিন ব্রাসযুক্ত ডায়নামো প্রণালীঃ—ইহার ডায়নামোতে তৃতীয় একটি ব্রাস থাকে ও নিউট্রাল তারটি তাহার সহিত সংযুক্ত করা হয়।

(৫) ডোব্রোলস্কি (Dobrowolsky) তিন তার প্রণালীঃ—ইহাতে একটি সেল্ফ ইণ্ডাকশন কয়েল সাধারণ ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোর আমেচারের দুই বিপরীত ভাগে সংযুক্ত থাকে,



চিত্র-৫৭০

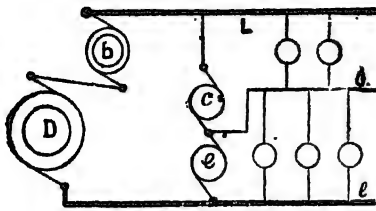
চিত্র ৫৭০। a আমেচার, I ইণ্ডাকশন কয়েল ইহার cc ব্রাস দুইটি রিংএর দ্বারা আমেচারের দুই বিপরীত দিকের সহিত সংযুক্ত (অতঃপর আমেচার ঘুরিলেও I

স্থির থাকিতে পারে। কোন কোন স্থলে ইহা আমেচারের সহিত ঘুরে, তথায় cc ব্রাস প্রয়োজন হয় না)। I গুটির মাঝখানের ফাঁসের নিউট্রাল

তার ০ সংযুক্ত এবং ধারের + ও - তারদ্বয় কমিউটেটর বাস b ও b এর সহিত সংযুক্ত। I কয়েলের টারমিনালদ্বয় অন্টারমেটিং চাপ প্রাপ্ত হয়, সুতরাং এই কয়েল দ্বারা স্বীয় সম্ভাবন হেতু আর্মেচারের সর্ট সার্কিট ঘটিতে পারে না পরন্তু ইহার দুই অর্দ্ধাংশেব সম্ভাবনীয় ক্ষমতা (Inductance) সমান হওয়ায় নিউট্রাল তারের চাপ দুইধারের “+” ও “-” এর মাঝামাঝি। যখন দুইদিকের ভার সমান না হয়, নিউট্রাল তারের মধ্য দিয়া প্রবাহের বিয়োগফল অনায়াসেই I কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, যেহেতু এই প্রবাহ দ্রুত পরিবর্তনশীল নহে, সুতরাং সম্ভাবন-হেতু বাধা প্রাপ্ত হয় না। বলা বাহুল্য শক্তির অপচয় ও দুইদিকের ভোল্টেজের পার্থক্য হ্রাসের নিমিত্ত এই I কয়েলের বাধা (ওম্‌ হিঃ) খুব অল্প হওয়া প্রয়োজন ও স্বীয় সম্ভাবনীয় ক্ষমতা খুব অধিক হওয়া উচিত।

(৬) অকজিলিয়ারী ডায়নামো প্রণালী:— ইহাতে নিউট্রাল তারটি দ্বিতীয় একটি ডায়নামোর সহিত সংযুক্ত। এই দ্বিতীয় ডায়নামোকে অকজিলিয়ারী ডায়নামো বলে, ইহার ভোল্টেজ প্রধান ডায়নামোর ভোল্টেজের প্রায় অর্ধেক এবং ইহা প্রধান ডায়নামো হইতে সচরাচর বেল্টিং দ্বারা চালিত হয়। নেগেটিভ দিকে ভার অধিক হইলে ইহা ডায়নামোর কার্য করে ও পজিটিভ দিকে ভার অধিক হইলে মোটরের কার্য করে।

(৭) কমপেনসেটর প্রণালী:—চিত্র ৫৭৪, ইহাতে দুইটি অকজিলিয়ারী ডায়নামো c ও c সিরিজে সংযুক্ত হইয়া চিত্রে দর্শিত ভাবে ব্যবহৃত হয়, ইহাদিগকে কমপেনসেটর (Compensator) বা ইকোয়ালাইজার (Equalizer) বলে। প্রত্যেক কমপেনসেটরে প্রধান ডায়নামোর ভোল্টেজের অর্ধেক ভোল্টেজ উৎপন্ন হয় এবং ভার ও চাপকে সমভাবে ভাগ করিয়া দেয়। যে দিকে ভার কম হয় তথায় কমপেনসেটর মোটরে পরিণত হয় এবং অপরটিকে ডায়নামোর মত



চিত্র—৫৭৪

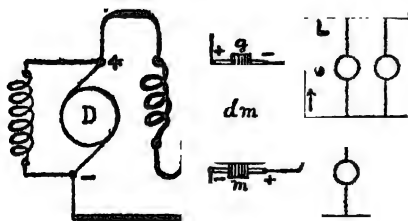
চালায়। তার দুইদিকেই সমান হইলেই উভয় কমপেন-সেটারই ভারহীন মোটরের দ্বায়ে চলে, সুতরাং শক্তির বিশেষ অপচয় হয় না।

এই প্রথায় উভয় দিকের

জন্তাই কেবলমাত্র একটি বুট্টা  $I_3$  প্রয়োজন হয়, কারণ কমপেন-সেটারগুলি বুটারের পরে বাহিরের তারের সহিত সংযুক্ত থাকায় চাপ পার্থক্য দুই দিকের মধ্যে সমভাবে ভাগ করিয়া দেয়।

#### (৮) ডায়নামো-মোটর প্রণালী :—

ডায়নামো-মোটর :—ইহা একই সার্কটে ডায়নামো ও মোটরের সমষ্টি,—মোটরটি প্রবাহ গ্রহণ করিয়া চলে ও ডায়নামোকে চালান্য় প্রবাহ উৎপন্ন করে—ডায়নামোর উৎপাদিত ভোল্টেজ মোটরের প্রাপ্ত ভোল্টেজ অপেক্ষা কম হইতে পারে বা বেশীও হইতে পারে। অল্টারনেটিং কারেন্ট সার্কিটে ট্রান্সফরমার যে কার্য করে, ডাইরেক্ট কারেন্ট সার্কিটে ডায়নামো-মোটর দ্বারা সেই প্রকার ক্রিয়া সাধিত হয়। ৫৭৫ চিত্রে ডায়নামো-মোটর



চিত্র—৫৭৫

ব্যবহার পদ্ধতি দর্শিত

হইয়াছে।  $dm$  ডায়নামো-মোটর,  $g$  ডায়নামোর দিক,  $m$  মোটরের দিক।

প্রধান ডায়নামোর যদি উভয়দিকে তার সমান থাকে তাহা হইলে নিউ-২

টাল তারে প্রবাহ বহিবে না কেবলমাত্র ডায়নামো-মোটরের সার্কিটে সংযুক্ত আমেরচারের মধ্যে দিয়া অল্প পরিমাণ প্রবাহ বহিবে ও উভয়েই মোটরে



পরিণত হইবে। আর যদি একদিকের ভার অধিক হয় তাহা হইলে ডায়না-মোটরের সেইদিকে আমেরচারটি ডায়নামোতে পরিণত হইয়া প্রবাহ যোগায় ও অপরদিকে আমেরচারটি মোটরে পরিণত হইয়া অপরদিকের ভার বৃদ্ধি করে অর্থাৎ কম ভার যুক্ত দিক হইতে প্রবাহ লয়, ৫৭৫ চিত্রে উক্ত ভাগটি অধিক ভারযুক্ত, dm এর উক্ত আমেরচার g ডায়নামো নিম্ন আমেরচার m মোটরে পরিণত হইতেছে।

(৯) মোটর ডায়নামো প্রণালী :—ইহাতে একটি মোটর একটি ডায়নামোর সহিত সংযুক্ত থাকে ও এই সমষ্টিকে ব্যালান্সার বলে। ইহার প্রকরণ ঠিক ডায়না-মোটরের প্রায়।

(১০) ব্যালান্স কয়েল প্রণালী :—এই প্রণালীতে আবর্তনশীল ডায়নামো বা মোটরাদির পরিবর্তে কয়েল ব্যবহৃত হয়।

বুস্টার (Booster) :—কোন সার্কিটের কোন স্থানে ভোল্টেজ বৃদ্ধির নিমিত্ত যে ডায়নামো ব্যবহার হয় তাকে বুস্টার বলে। ইহা সচরাচর মোটর দ্বারা চালিত হয় এবং উভয়ের আমেরচার পরস্পরের সহিত সংযুক্ত থাকে। অবশ্য কোন কোন স্থলে ইঞ্জিন বা লাইন সাফট দ্বারাও চালিত হয়। অধিক দূরগামী বা ভারযুক্ত ফীডারগুলিতে ভোল্টেজ এত পতিত হয় যে তাহা মেন সকলের কার্যোপযোগী হয় না, এরূপ স্থলে বুস্টার দ্বারা চাপ বৃদ্ধিত করা হয়। আকুমুলেটর চার্জ করিবার সময়ও উপযুক্ত ভোল্টেজ পাইবার নিমিত্ত বুস্টার ব্যবহৃত হয়।

উপরে ২ ও ৩ তার প্রণালী ছাড়া ৪, ৫ ও ৭ তার প্রণালীও কোন কোন দেশে প্রচলিত ইহাদিগের আনুপাতিক তারের পরিমাণ প্রদত্ত হইল।

২ তার প্রণালী	...	...	—	১০০০
৩ " "	৩টি তারই এক মাপের	...	...	৩৭০
" " "	নিউট্রাল তার অর্ধেক স্থল	...	...	৩১৩
৪ " "	সকল তার সমান মাপের	...	...	২২২
৫ " "	" " " "	...	...	১৫৬

## ষড়বিংশ পরিচয় ।

অল্টারনেটিং কারেন্টস্ ( Alternating Currents ) :

আমরা জানি যে বিদ্যুৎশক্তি প্রস্তুত কারক কল প্রথমে অলটারনেটিং প্রবাহ প্রস্তুত করে । সিমেন্স “H” আমেচারে প্লিপ-রিং দ্বারা বিদ্যুৎশক্তি প্রবাহিত করা হলে ইহা অবগত হওয়া যায় । এই প্রবাহকে কমিউটেটার নামক অবলম্বনের দ্বারা কন্টিনিউয়াস বা ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করা যায় । আমরা এখন এই অলটারনেটিং কারেন্টের গুণাগুণ প্রভৃতি লক্ষ্য করিব ও উহার প্রস্তুতকারক বিশেষ যন্ত্র ও তাহাদের কার্যাবলীর বিষয় আলোচনা করিব । কন্টিনিউয়াস কারেন্টের তিনটি বিষয় লক্ষিত হইয়াছিল, যথা—

১। উত্তপ্ত ও আলোকিত করিবার শক্তি ।

২। চুম্বক করিবার শক্তি ।

৩। ইলেক্ট্রোলিসিস করিবার শক্তি ।

এই অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা উত্তপ্ত ও আলোকিত করিবার শক্তি ঠিক কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ত্রায় প্রকাশ পায় । কিন্তু চুম্বকত্ব বা ইলেক্ট্রোলিসিস করিবার সময় উপায়ান্তরের প্রয়োজন হয়, অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা আলোক জ্বালাইতে ঐ কারেন্টের অলটারনেসান অন্ততঃ মিনিটে ৩০০০ অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডে ৫০ হওয়া চাই । ইহার কম হইলে আলোকের তেজ পুনঃপুনঃ কম বেশী হইবে অর্থাৎ কম্পনশীল হইবে এবং ঐ আলোকে কার্য করা কষ্টকর হয় ও চক্ষুপীড়া হয় । আর্ক-ল্যাম্প ও অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা প্রজ্জ্বলিত হইতে পারে, কিন্তু বিশেষতঃ এই যে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট ব্যবহার করিলে যেমন + কার্বনটি শীঘ্র ক্ষয়প্রাপ্ত হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের বেলায় সেরূপ হয় না, উভয়েই সমান

ভাবে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। কারণ প্রত্যেকেই পর্যায়ক্রমে + ও - হইতে থাকে। আবার কন্টিনিউয়াস কারেন্টের বেলায় যেমন প্রত্যেক আর্ক ল্যাম্পে প্রায় ৫০-৬০ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হয়, অলটারনেটিং এর বেলায় কেবলমাত্র প্রায় ২৫-৩০ ভোল্ট চাপ প্রয়োজন হয়। স্কীমোজ্জল না হইয়া সমভাবে জ্বলিতে গ্লো-ল্যাম্পে যেমন মিনিটে প্রায় ৫০টা স্পন্দন প্রয়োজন হয়, আর্ক ল্যাম্পের বেলায় কিন্তু প্রায় মিনিটে ১০০ স্পন্দনের কম হয় না।

চুম্বক-সূচের উপর কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ন্যায় অলটারনেটিং কারেন্টেরও সূচকে ঘুরাইয়া দেওয়া ফল আছে, তবে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট একইদিকে বহে বলিয়া চুম্বক সূচ একইদিকে ঘুরিয়া থাকে, আর অলটারনেটিং কারেন্ট পর্যায়ক্রমে একবার একদিকে তৎপরে বিপরীত দিকে বহে বলিয়া চুম্বকসূচও পর্যায়ক্রমে একবার একদিকে তৎপরে বিপরীত দিকে ঘুরিয়া যায়। প্রবাহের স্পন্দন হার কম হইলে (সেকেণ্ডে ২ তিনটি) চুম্বকও ধীরে ধীরে জ্বলিতে থাকিবে। তখন চুম্বকের দোলন দর্শন সাধ্য হইবে, আর প্রবাহের স্পন্দন হার অধিক হইলে (সেকেণ্ডে ২০।৩০টি) চুম্বক এত দ্রুত আন্দোলিত হয় (অল্পস্থানের মধ্যে) যে উহার দোলন স্পষ্ট গরিলাক্ষিত হয় না, কেবলমাত্র উহাকে কম্পিত হইতে দৃষ্ট হয়। রোধিত কয়েল পরিবেষ্টিত লৌহের উপর কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ন্যায় অলটারনেটিং কারেন্টেরও চুম্বককরণ ফল আছে—লৌহটি চুম্বকীভূত হয় ও অল্প লৌহকে আকর্ষণ করিয়া ধরিয়া রাখে। কিন্তু অলটারনেটিং কারেন্টের এতদ্ব্যতীত দুইটি অতিরিক্ত ফল দৃষ্ট হয়। ১। তীক্ষ্ণ শব্দ হয়। ২। চুম্বকীভূত ও আকর্ষিত উভয় লৌহই অত্যন্ত গরম হয়। শব্দ হইবার কারণ এই যে, প্রবাহ একদিকে বহিয়া বহিতে মাঝে বন্ধ হয় ও তৎপরে বিপরীত দিকে বহিতে আরম্ভ করে। দিক পরিবর্তনের প্রাকালে প্রবাহ বন্ধের সময় চুম্বকত্ব নাশ হয় ও তখন লৌহটি আর আকৃষ্ট হয় না। অতএব উহা পড়িয়া যায় হইতে থাকে, কিন্তু ক্ষণমধ্যে বিপরীত প্রবাহ দ্বারা

বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয় ও তদ্বারা লৌহটি পুনরায় চুম্বকে আকৃষ্ট হয়, এই সময়ে চুম্বক ও লৌহের মধ্যে বাৎপ্রতিঘাতের একটি শব্দ হয়। প্রবাহের স্পন্দন হার যত অধিক হইবে, এই শব্দও তত দ্রুত ঘটিতে থাকিবে ও তীক্ষ্ণ শব্দ শ্রুত হইবে। লৌহদ্বয় উত্তপ্ত হইবার কারণ এই যে কয়েলের মধ্যে অলটারনেটিং প্রবাহ বহে বলিয়া লৌহের মধ্যে উৎপন্ন বলরেখার সংখ্যা ও দিক পরিবর্তিত হইতে থাকে, এইজন্য লৌহ পরিচালক বলিয়া উহার মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহ বা এডিকারেন্ট সৃষ্ট হয় ও ঐ প্রবাহ হেতু উহারা উত্তপ্ত হয়। এইজন্য অলটারনেটিং কারেন্টের যন্ত্রগুলির লৌহময় অংশকে ল্যামিনেটেড করিতে হয়।

কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ন্যায় অলটারনেটিং কারেন্টেরও ইলেক্ট্রো-ডিনামিক অর্থাৎ প্রবাহের উপর প্রবাহের গতি উৎপাদন কল দৃষ্ট হয়। দুইটি কয়েলের মধ্যে একটিকে আবদ্ধ ও অপরটিকে আলাগা রাখিয়া উভয়ের মধ্য দিয়া অলটারনেটিং প্রবাহ দিলে কয়েলদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ হয়—উভয় কয়েলে প্রবাহ সর্বদা একই দিকে বহিতে থাকলে আকর্ষণ, আর বিপরীত দিকে বহিতে থাকিলে নিক্ষেপণ হয়। প্রবাহ অলটারনেটিং বলিয়া উক্ত কার্যাবলীর কোন হানি হয় না, কারণ একটি কয়েলে প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হইলে সঙ্গে সঙ্গে অপর কয়েলটিতেও প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হয়। কিন্তু যদি একটি কয়েলে অলটারনেটিং কারেন্ট ও অপরটিতে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট দেওয়া যায় তাহা হইলে আকর্ষণ ও নিক্ষেপণ পর পর দ্রুত ঘটিতে থাকে বলিয়া আলাগা কয়েলকে স্পন্দিত হইতে দৃষ্ট হয়।

কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ন্যায় অলটারনেটিং কারেন্টেরও রাসায়নিক ফল অর্থাৎ ইলেক্ট্রোলাইসিস কার্যে রাসায়নিক বিশ্লেষণ করিবার ক্ষমতা আছে বটে। তবে প্রবাহের দিক পরিবর্তিত হইতে থাকে বলিয়া ইলেক্ট্রোড দ্বয়ের মেরুত্ব পরিবর্তিত হয়, অর্থাৎ উভয় ইলেক্ট্রোডই পর পর উভয় মেরুত্ব

প্রাপ্ত হয়, সুতরাং প্রত্যেক ইলেক্ট্রোড দ্বারা সম পরিমাণে উভয় প্রকার আয়ন উৎপাদিত হয়।

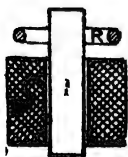
যথা,—জলের ইলেক্ট্রোলিসিস করিলে প্রত্যেক ইলেক্ট্রোডের উপর  $H_2$   $O_2$  গ্যাস (জলের উপাদানের পরিমাণে) নিঃসৃত হইবে। অতএব অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা বিভিন্ন আয়ন বা উপাদানগুলিকে পরস্পর হইতে পৃথক করা অসম্ভব। অতএব স্পষ্টই দেখা যাইতেছে অলটারনেটিং প্রবাহ দ্বারা আকুমুলেটর চার্জ করা যায় না।

দ্রষ্টব্য :—অলটারনেটিং কারেন্টের স্পন্দন হার খুব অধিক হইলে (সেকেন্ডে শতাধিক) কোন প্রকার চুম্বক বা রাসায়নিক ফল দৃষ্ট হয় না। কারণ তখন লোহ বা ইলেক্ট্রো-লইটের অন্তর্গত অলটারনেটিং কারেন্টের পর্যায়ক্রমে বিপরীত ফল অনুযায়ী নিজেদের অবস্থাকে এত দ্রুত পরিবর্তিত করিতে পারে না।

**অলটারনেটিং কারেন্টের সম্ভাবন গুণ।**

কন্টিনুয়াস কারেন্ট ও অলটারনেটিং কারেন্টের সোসাদৃশ্য ফলগুলি উল্লেখ করা হইল। এখন অলটারনেটিং কারেন্টের বিশিষ্ট ফল দর্শিত হইবে, যথা—“সম্ভাবন গুণ” (Induction effect)।

কতকগুলি চাকতি বা তার দ্বারা প্রস্তুত (ল্যামিনেটেড) একটি লৌহ দণ্ডকে একটি কয়েলের মধ্যে রাখিয়া ঐ কয়েলের উপর একটি ধাতব বলয় স্থাপিত করিয়া, কয়েলের মধ্যে দিয়া অলটারনেটিং প্রবাহ দিলে দৃষ্ট হইবে বলয়টি উপরদিকে উঠিয়া পড়ে এবং যতক্ষণ প্রবাহ বহে ইহা শূন্যে

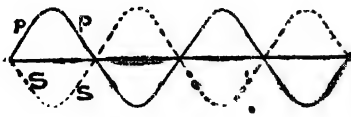


আধারহীন অবস্থায় অবস্থান করে চিত্র. ৫৭৬।

আরও দৃষ্ট হয় যে, লৌহদণ্ড ও বলয় উভয়েই গরম হইয়া উঠে। ইহা হইতে এই প্রতীয়মান হয় যে বলয়ের মধ্যে প্রবাহ সম্ভাবিত হয়। এই সম্ভাবিত

চিত্র—৫৭৬ প্রবাহের দিক বলয়ের গতির দিক হইতে পাওয়া যায়।

যেহেতু কয়েল হইতে বলয় নিক্ষিপ্ত হয় এবং বিপরীত দিকে বহমান দুই সমান্তরাল প্রবাহের মধ্যে নিক্ষেপণ হয়, অতএব তাহার বিপরীত দিকে হয়, অর্থাৎ কয়েলের মধ্যে কারেন্ট যখন ক্লক-ওয়াইজ, এবং কয়েলে যখন এন্টিক্লক-ওয়াইজ, বলয়ে তখন ক্লক-ওয়াইজ হয়। ৫৭৭ চিত্রে



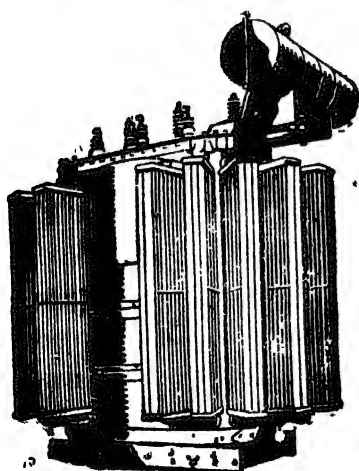
চিত্র—৫৭৭

ইহা দর্শিত হইয়াছে, টানা রেখা P. P. কয়েলের মধ্যে প্রদত্ত কারেন্ট বা প্রাইমারী কারেন্ট ও ছিন্ন রেখা S. S. বলয়ের মধ্যে সম্ভাবিত কারেন্ট

বা টিউউস্‌ড কারেন্ট। কয়েলের মধ্য দিয়া প্রবাহ বহিতে থাকিলে লৌহটি চুম্বকীভূত হয়। লৌহের মধ্যে (সুতরাং কয়েলের মধ্যে) বলরেখা উৎপন্ন হয়। কন্টিনিউয়াস কারেন্ট হইলে প্রবাহ একই দিকে সমতেজে বহিতে থাকে সুতরাং বলরেখাগুলি সমপরিমাণে একই দিকে হয় বলিয়া সম্ভাবন ঘটে না। কিন্তু অলটারনেটিং প্রবাহ হইলে প্রবাহের দিক ও পরিমাণ পরিবর্তিত হইতে থাকে। এবং যেহেতু এই পরিবর্তনশীল বলরেখা পরিচালক বলয়ের মধ্য দিয়া বাহতেছে, ঐ বলয়ে ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয় ও বলয়ের বৈদ্যুতিক পথ সম্পূর্ণ বলিয়া উহাতে প্রবাহ বহে। “লেজেন্স-ল” বা “বৈজ্ঞানিক জড়তা” অনুসারে দৃষ্ট হইবে বলয়ের প্রবাহ ( বা ই, এম, এফ ) সর্বদা কয়েলের প্রবাহ ( বা ই, এম, এফ ) র বিপরীত হইবে, এবং বলয়ের মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহের পরিবর্তন হার কয়েলের প্রবাহের পরিবর্তন হারের সমান হইবে। যেমন বলয়টির মধ্যে বলরেখার পরিবর্তন হইতে থাকে, সেইরূপ কয়েলটির নিজের মধ্যেও হইতে থাকে, সুতরাং কয়েলের মধ্যে সর্বদা বিপরীত ই, এম, এফ, সম্ভাবিত হয়, যেমন মোটরের আর্মেচারে হয়। ইহাকে ব্যাক ই, এম, এফ বলে। এষ্ট স্বীয় সম্ভাবিত বিপরীত ই এম, এফ, ( ব্যাক ই, এম, এফ, ) হেতু প্রযুক্ত ই, এম, এফ, একেবারে নষ্ট হইতে পারে না, কারণ তাহা হইলে মোটেই প্রবাহ বহিবে না ও বলরেখা পাওয়া যাইবে না, অর্থাৎ লৌহটি চুম্বকীভূত হইবে না। যেমন মোটরের বেলায় হয়, ঠিক সেইরূপ ব্যাক ই, এম, এফ, সর্বদা প্রাইমারী ই, এম, এফ, অপেক্ষা কম থাকে। বলা বাহুল্য লৌহখণ্ডটির মধ্যেও বলরেখার পরিবর্তন হয় এবং উক্ত প্রকার অলটারনেটিং

ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, ইহাকে 'এডি-কারেন্ট' বলে। এই জগুই লোহিট গরম হইয়া উঠে। এই উত্তাপ হ্রাস করিতে হইলে উহাকে একখণ্ড নীরেট লোহদ্বারা গঠিত না করিয়া কতকগুলি তার বা চাকতিকে একত্রিত করিয়া গঠিত হয়। এরূপ লৌহখণ্ডকে ল্যামিনেটেড লৌহখণ্ড বলে, ইহা পূর্বেই বলা হইয়াছে। যেহেতু অলটারনেটিং কারেন্টের পরিবর্তন হার অত্যন্ত অধিক, 'বলরেখা পরিবর্তনের হার' সম্ভাবিত ভোল্টেজ পরিমাণ খুব অধিক হয়। অতএব এডি-কারেন্টকে কম রাখিতে হইলে কন্টিনিউয়াস কারেন্টে যেরূপ পাতলা পাত ব্যবহৃত হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের বেলায় তদপেক্ষা অধিক পাতলা পাত ব্যবহার করিতে হয়, যথা, কন্টিনিউয়াস কারেন্টে আমেরচারের পাত  $0.2$  ইঞ্চি পুরু হয়, অলটারনেটিং কারেন্ট হইলে উহা  $0.1$  ইঞ্চি, এমন কি  $0.08$  ইঞ্চি পর্যন্ত পাতলা হয়।

ট্রান্সফরমার (Transformer) :—অলটারনেটিং



কারেন্টের সম্ভাবনী ক্ষমতা 'পরি-বর্তক' বা ট্রান্সফরমার প্রস্তুত করণে বিশেষ সহায় হয়। কন্টিনিউয়াস কারেন্ট হইলে বলরেখা পরিবর্তনের উদ্দেশ্যে প্রবাহ পুনঃ পুনঃ বন্ধ করিবার নিমিত্ত (যথা ইণ্ডাকশান কয়েল ও মাগনেটোতে) যেমন কোন অংশের চালনা বা ঘূর্ণনের প্রয়োজন হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের বেলায় প্রবাহ স্বভাবতঃই পরিবর্তনশীল বলিয়া ট্রান্সফরমারের মধ্যে কোন অংশের গতি প্রয়োজন

চিত্র—৫৭৮

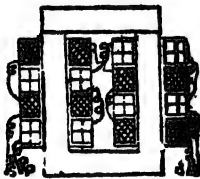
হয় না। ৫৭৮ চিত্র অনুযায়ী যদি একটি চতুষ্কোণ লৌহদণ্ডের দুই

বাহতে দুইটি কয়েল থাকে, তাহা হইলে একটি কয়েলের মধ্য দিয়া অল-টারনেটিং কারেন্ট বহিবার কালে লৌহের মধ্যে পরিবর্তনশীল বলরেখার উদয় হেতু দ্বিতীয় কয়েলটিতে ভোল্টেজ সম্ভাবিত হইবে এবং পথ সম্পূর্ণ থাকিলে সম্ভাবিত প্রবাহ উৎপন্ন হইবে। বলা বাহুল্য এই সম্ভাবিত ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবক প্রবাহের দ্বারা অলটারনেটিং হইবে।

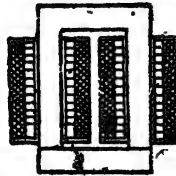
সেকেন্ডারী কয়েলে সম্ভাবিত ভোল্টেজ উহার পাকসংখ্যানুপাতে হইবে। কারণ পূর্বেই দেখা গিয়াছে যে প্রাইমারী কয়েলে স্বীয় সম্ভাবন দ্বারা প্রায় সম পরিমাণ ব্যাক ই, এম, এফ, হয়—

যথা, প্রাইমারী কয়েলে ১০০ পাক থাকিলে এবং উহাতে ১০০ ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত হইলে স্বীয় সম্ভাবন হেতু বিপরীত দিকে প্রায় ৯৯ ভোল্ট চাপ উৎপন্ন হয়, অর্থাৎ প্রতি পাকে প্রায় ১ ভোল্ট করিয়া চাপ সম্ভাবিত হয়। সুতরাং সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে ঐ সম্ভাবন ক্রিয়া দ্বারা প্রতি পাকে ১ ভোল্ট করিয়া চাপ উৎপন্ন হইবে। অতএব সেকেন্ডারী কয়েলে যদি ১০০০ বা ১০০০০ ইত্যাদি পাক থাকে উহাতে যথাক্রমে ১০০০ বা ১০০০০ ইত্যাদি ভোল্ট চাপ পাওয়া যাইবে এবং যেহেতু বৈদ্যুতিক শক্তি চাপ ও প্রবাহের গুণফল ( $W = E \times C$ ) দ্বারা পরিমিত হয় এবং শক্তিকে পরিবর্তিত বা হ্রাস করা যায় না—সেকেন্ডারী কয়েলে ভোল্টেজ যেরূপ বাড়িবে, উহাতে কারেন্ট বা আম্পিয়ারেজ (ampereage) সেই অনুপাতে কমিবে। যথা—প্রাইমারী কয়েলের পাকসংখ্যা = ১০০, প্রযুক্ত ভোল্টেজ = ১০ ও প্রবাহ = ১ আম্প এবং সেকেন্ডারী কয়েলের পাকসংখ্যা ১০০০০ হইলে উহার ভোল্টেজ =  $\frac{100}{10000} \times 10 = 0.1$  হইবে ও কারেন্ট =  $\frac{1}{0.1} = 10$  আম্প হইবে।

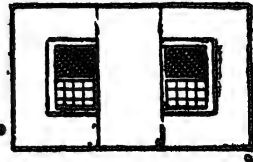
ট্রান্সফরমার ব্যবহারের উদ্দেশ্য একাদশ পরিচয়ে বর্ণিত হইয়াছে, এক্ষণে উহাদের গঠন বর্ণিত হইবে। সচরাচর ব্যবহৃত ট্রান্সফরমার গুলিতে



চিত্র—৫৭৯



চিত্র—৫৮০



চিত্র—৫৮১

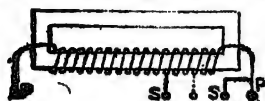
প্রাইমারীর উপর সেকেন্ডারী জড়ান হয় না। কতিপয় চিত্র দেওয়া হইল।



যে ট্রান্সফরমারগুলির লৌহপথ সম্পূর্ণ তাহাকে closed magnetic circuit বলে, এইরূপ গঠন অনুবিধাজনক বলিয়া চিত্র ৫৭২-৫৮১ অনুযায়ী অংশ সংযোগ করিয়া প্রস্তুত হয়।

**অটো ট্রান্সফরমার ( Auto-transformer ) :—**

৫৮২ চিত্রে দর্শিত অটো ট্রান্সফরমার ধাতব ফিলামেন্ট বাতির জন্য অলটারনেটিং কারেন্টের সহিত ব্যবহার হয় এবং ইহার দ্বারা ভোল্টেজ কমান হয়। ইহাতে প্রাইমারী কয়েল একটি লৌহখণ্ডের উপর জড়ান হয় এবং সেকেন্ডারীর জন্য পৃথক কয়েল ব্যবহার না করিয়া ঐ প্রাইমারীর



চিত্র—৫৮২

প্রয়োজনমত কতকগুলি পাক বাদ দেওয়া হয়। ঠিকমত দেখিতে গেলে অটো-

ট্রান্সফরমার বলিতে যে যন্ত্রের মধ্যে প্রবাহ উৎপাদিত হয় ও ভোল্টেজ পরিবর্তিত হয় তাহাকে বুঝায়। ম্যাগনেটো এই প্রকার যন্ত্র, ইহা পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে।

**ট্রান্সফরমারের মধ্যে অপচয় ( Losses in Transformers ) :—**

(১) প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী কয়েলের মধ্যে তাপোৎপত্তি হেতু অপচয়—ইহা কয়েলের আকার ও তারের দৈর্ঘ্য কমাইয়া কম করা যায়।

(২) লৌহের মধ্যে এডিকারেন্ট (Eddy current) হেতু অপচয়—ইহা কতকগুলি ইনসুলেটেড লৌহের পাতলা পাত বা সর্প তার একত্র ব্যবহার দ্বারা কমান যায়।

(৩) লৌহের মধ্যে হিষ্টেরেসিস অপচয় (Hysteresis losses)—ইহা বিশেষ প্রকার লৌহ নির্বাচন দ্বারা কমান যায়।

(৪) চৌম্বক অপচয় ( Magnetic leakage ) :—যথা, প্রাইমারী কয়েল হেতু সমস্ত চুম্বক বলরেখাগুলি হয়ত সেকেন্ডারীর মধ্য দিয়া না যাইতে পারে। ইহা কয়েলগুলিকে ঠিকভাবে সাজাইলে কমান যায়—যথা, ভালভাবে ইনসুলেট করিয়া প্রাইমারী ও সেকেন্ডারী তার ৫৭২-৫৮১ চিত্রগুলি অনুসারে জড়ান হয়।

**ফেজ ডিফারেন্স (Phase difference ) :—**অলটারনেটিং কারেন্টের সম্ভাবন ও স্রীয় সম্ভাবন গুণের বিষয় পূর্বেই উল্লেখ করা হইয়াছে। লৌহের উপর জড়ান একটি কয়েলের মধ্যে দিয়া অলটারনেটিং কারেন্ট প্রবাহিত করাইলে স্রীয় সম্ভাবন তীব্র ভাবে ঘটে। অলটারনেটিং

কারেন্টের পরিমাণ ও দিক যেমন পরিবর্তনশীল, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এক, এরও পরিমাণ ও দিক পরিবর্তনশীল। সুতরাং অল্টারনেটিং কারেন্টের দ্বারা স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এক, তরঙ্গের দ্বারা রেখার দ্বারা নির্দিষ্ট হয়। তবে অল্টারনেটিং কারেন্ট যখন গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ (বিপরীত দিকে গরিষ্ঠ) হয়, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এক, তখন গরিষ্ঠ ও লঘিষ্ঠ হয় না বা কারেন্ট যখন শূন্যে পরিণত হয় স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এক, তখন শূন্য হয় না। কারেন্টের গরিষ্ঠ, শূন্য ও লঘিষ্ঠ হওয়ার সহিত স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এক, এর গরিষ্ঠ, শূন্য ও লঘিষ্ঠ হওয়ার মধ্যে কিছু সময় ব্যবধান থাকে, ইহাকে ফেজ 'ডিফারেন্স' বলে। এখন ফেজ ডিফারেন্সের কারণ দেখা যাউক।



চিত্র—৫৮৩

৫৮৩ চিত্রে তরঙ্গের মত C C রেখাটি অল্টারনেটিং কারেন্ট নির্দেশ করিতেছে। প্রবাহের চৌম্বক রাজ্য প্রবাহের সহগামী অর্থাৎ প্রবাহ গরিষ্ঠ হইবার সঙ্গে সঙ্গে রাজ্যতেজ সর্বাধিক প্রাপ্ত হয়, প্রবাহ শূন্য হইবামাত্র রাজ্যতেজ নাশ হয় ও প্রবাহের দিক পরিবর্তনের সহিত রাজ্য বিপরীত হইয়া যায় এবং প্রবাহ লঘিষ্ঠ অর্থাৎ বিপরীত দিকে গরিষ্ঠ হইবামাত্র রাজ্যতেজ বিপরীত দিকে সর্বাধিক গরিষ্ঠ হয়। স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এক, সম্ভাবক প্রবাহ (Primary Current) তেজ বা রাজ্যতেজের উপর নির্ভর করে না, রাজ্যতেজ পরিবর্তন-হারের উপর নির্ভর করে—ইহা রাজ্যতেজ পরিবর্তন হারের আনুপাতিক। এখন ৫৮৩ চিত্র হইতে দৃষ্ট হইবে সম্ভাবক প্রবাহ C যখন গরিষ্ঠ বা লঘিষ্ঠ, তখন কিয়ৎকালের নিমিত্ত C এর পরিমাণ প্রায় সম্ভাব থাকে, সুতরাং রাজ্যতেজের পরিবর্তন ঘটে না। অতএব এই অবস্থায় স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এক, শূন্য হয়। যখন  $\omega t = 0^\circ$  শূন্যে পরিণত হইয়া বিপরীত দিকগামী হয়, সেই সময় C এর পরিবর্তন হার সর্বাধিক, সুতরাং রাজ্যতেজেরও পরিবর্তন হার এই অবস্থায়

সর্বাংগে অধিক, অতএব স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, এই সময় গরিষ্ঠ হয়। অতএব দৃষ্ট হইতেছে প্রবাহ যখন গরিষ্ঠ বা লঘিষ্ট, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, তখন শূন্য এবং প্রবাহ যখন শূন্য, স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, তখন গরিষ্ঠ (একদিকে বা তাহার বিপরীত দিকে)। এই স্বীয়-সম্ভাবনের ই, এম, এফ, এর দিক “লেঞ্জিস-ল” অনুসারে রাজ্য পরিবর্তনের বিপরীত ভাবে হয়—অর্থাৎ সম্ভাবক কারেন্ট বা রাজ্যতেজ হ্রাস হইবার সময় ই, এম, এফ, একরূপ দিকে সম্ভাবিত হয় যে এই ই, এম, এফ, হেতু প্রবাহ দ্বারা রাজ্যতেজ যেন প্রথর হয় অর্থাৎ প্রাইমারী ই, এম, এফ, এর দিকে বা পজিটিভ হয়, এবং যখন সম্ভাবক প্রবাহ বা রাজ্যতেজ বৃদ্ধি পাইতে থাকে, তখন ই, এম, এফ, একরূপ দিকে সম্ভাবিত হয় যে এই ই, এম, এফ, হেতু প্রবাহ দ্বারা যেন রাজ্যতেজ হ্রাস পায়, অর্থাৎ প্রাইমারী ই, এম, এফ, এর বিপরীত দিকে বা নেগেটিভ হয়। সুতরাং স্বীয়-সম্ভাবনের ই, এম, এফ, কে গ্রাফ কাগজে লিপিবদ্ধ করিলে ইহা তরঙ্গের দ্বারা ‘V’ রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট হইবে (বিন্দুরেখা V V চিত্র ৫৮৩) এবং এই রেখা সম্ভাবক প্রবাহের একের চতুর্থাংশ ‘পিরিয়ড’ (Period) পরে আরম্ভ হয়। সুতরাং প্রবাহ গরিষ্ঠ, শূন্য বা লঘিষ্ট হইবার এক চতুর্থাংশ পিরিয়ড পরে স্বীয় সম্ভাবনের ই, এম, এফ, যথাক্রমে শূন্য বা লঘিষ্ট হয়।

পুরাপুরি একটি তরঙ্গের সময়কে পিরিয়ড বলে। প্রবাহ শূন্য হইতে আরম্ভ করিয়া গরিষ্ঠ হইয়া পুনরায় শূন্য হইয়া (এইখানে অর্ধ-পিরিয়ড হইল) লঘিষ্ট হইয়া অর্থাৎ বিপরীত দিকে গরিষ্ঠ হইয়া পুনরায় শূন্য হইলে একটি সম্পূর্ণ তরঙ্গ হইল এবং এই সময়কে পিরিয়ড বলে।

উদ্যম :—ট্রান্সফর্মারের সেকেন্ডারী কয়েল উন্মুক্ত থাকিলে, সুতরাং উহা হইতে শক্তি গ্রহণ না করিলে অর্থাৎ উহা ভারবৃত্ত না হইলে উক্ত প্রকার ভাব ঘটে। কেবলমাত্র চুম্বক করণার্থে প্রাইমারী কয়েলের মধ্য দিয়া যৎকিঞ্চিৎ প্রবাহ যবে এবং তাহা প্রবৃত্ত ভোল্টেজের এক চতুর্থাংশ পিরিয়ড পশ্চাতে যায়।

কন্টিনিউয়াস-কারেন্ট সার্কিটের শক্তি যেমন ‘ওয়াট, দ্বারা পরিমিত হয় (ওয়াট = ভোল্ট × অ্যাম্প), অল্টারনেটিং কারেন্ট সার্কিটেরও শক্তি

ওয়াট দ্বারা পরিমিত হয়, তবে ইহাতে চাপ ও প্রবাহ উভয়ে পরিবর্তনশীল বলিয়া অলটারনেটিং কারেন্ট সার্কিটের শক্তি বলিতে কোন নির্দিষ্ট শক্তিকে বুঝায় এবং তাহা তৎকালীন ভোল্টকে তৎকালীন ‘আম্প’ দিয়া গুণ করিলে পাওয়া যায়। পূর্বেই দৃষ্ট হইয়াছে যে ভোল্টেজ ও কারেন্টের মধ্যে ফেজের এক-চতুর্থাংশ পিরিয়াড পার্থক্য হইলে ভোল্টেজ যখন গরিষ্ঠ, কারেন্ট তখন শূন্য ও কারেন্ট যখন গরিষ্ঠ, ভোল্টেজ তখন শূন্য, অতএব এই সকল সময়ে ওয়াট = ০। অতএব ফেজ ডিফারেন্স এক-চতুর্থাংশ পিরিয়াড হইলে সার্কিটে শক্তি (ওয়াট হিঃ) সর্বাপেক্ষা কম, ফেজ ডিফারেন্স যত অল্প হইবে শক্তি ততই অধিক হইবে, ফেজ ডিফারেন্স কিছুই না থাকিলে— অর্থাৎ গরিষ্ঠ ভোল্টেজের সময় গরিষ্ঠ কারেন্ট ও শূন্য ভোল্টেজের সময় শূন্য কারেন্ট হইলে—সর্বাপেক্ষা অধিক শক্তি পাওয়া যায়। ট্রান্সফর্মারের ভারহীন অবস্থায় যদি অনুমান করা যায় যে কেবলমাত্র চুষককরণার্থে যৎসামান্য প্রবাহ বহে, তাহা হইলে সার্কিটে তখন কিছুই শক্তি (ওয়াট) নাই। ভোল্টেজ হইতে সিকি-পিরিয়াড ব্যবহৃত চুষককর কারেন্টকে ওয়াট-হীন বা ‘ওয়াটলেস’ (Watt-less) কারেন্ট বলে। সুতরাং ভারহীন ট্রান্সফর্মারে ‘ওয়াটলেস’ কারেন্ট বহে। যে কারেন্টের ভোল্টেজ হইতে ফেজের ব্যবধান বা ডিফারেন্স নাই, সুতরাং যাহা হইতে সর্বাপেক্ষা অধিক শক্তি পাওয়া যায়, তাহাকে ‘ওয়াট-কারেন্ট’ বলে—‘ওয়াট-কারেন্ট’ ‘ওয়াট-লেস’ কারেন্টের ঠিক বিপরীত, কার্য্যকরী ভোল্টেজকে তৎকালীন আম্প দ্বারা গুণ করিলে পাওয়া যায় (স্বীয় সম্ভাবনহীন সার্কিটে ঠিক এইরূপ)।

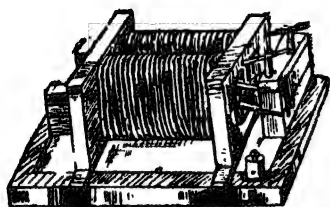
আদৌ স্বীয় সম্ভাবন নাই এরূপ সার্কিট অনুমান ব্যতীত কার্য্যতঃ অসম্ভব, তবে হয়ত স্বীয় সম্ভাবন অতি অল্প—গ্লোবাল্যাম্প বিশিষ্ট সার্কিট। ট্রান্সফর্মারের সেকেন্ডারী কয়েলের সহিত কতকগুলি ‘গ্লোবাল্যাম্প’ সংযুক্ত হইলে প্রায় কেবলমাত্র ওয়াট কারেন্ট সেকেন্ডারীর মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়। প্রাইমারী কয়েলে চুষককর ওয়াটলেস কারেন্ট (যাহা সেকেন্ডারী,

কয়েলের উন্মুক্ত অবস্থায় বহিতেছিল) ব্যতীত এই ওয়াট কারেন্টও বহিবে, অতএব এই প্রবাহদ্বয়ের সমষ্টি প্রবাহ ভোল্টেজের সহিত একই ফেজে নাই, অথবা উহাদের ফেজের ব্যবধান 'সিকি পিরিয়াড' নহে। সেকেন্ডারী যত অধিক ভারযুক্ত হইবে, অর্থাৎ উহা হইতে যত অধিক 'ওয়াটকারেন্ট' লওয়া যাইবে, ফেজের ব্যবধান ততই অল্প হইবে। পূর্ণমাত্রায় ভারযুক্ত ট্রান্সফর্মারের ওয়াট কারেন্টের সহিত তুলনায় যৎসামান্য চুষককর 'ওয়াট-হীন কারেন্টকে' অগ্রাহ্য করা চলে ও 'একরূপ অবস্থায় দৃষ্ট হইবে ফেজ-ডিফারেন্স নাই। সুতরাং পূর্ণমাত্রায় ভারযুক্ত ট্রান্সফর্মার হইতে  $২২০$  ভোল্ট চাপে  $১০০$  আম্প প্রবাহ লইলে উহা হইতে প্রাপ্তব্য শক্তি  $= ২২০ \times ১০০ = ২২$  'কিলো-ওয়াট।'

দ্রষ্টব্য :—এযাবৎ কাল বলা হইয়াছে যে ভারহীন ট্রান্সফর্মারে কেবল-মাত্র 'ওয়াটহীন' কারেন্ট অর্থাৎ সিকি-পিরিয়াড ফেজ ডিফারেন্স বিশিষ্ট কারেন্ট বহে। ইহার সত্যতা আনুমানিক। বস্তুতঃ ট্রান্সফর্মার ভারহীন হইলেও অর্থাৎ উহার সেকেন্ডারী কয়েল উন্মুক্ত থাকিলেও কেবল মাত্র যে সিকিপিরিয়াড ফেজ ডিফারেন্স বিশিষ্ট ওয়াটলেস কারেন্ট প্রাইমারী কয়েলে বহে তাহা নহে, সেকেন্ডারী কারেন্ট উৎপন্ন হয় এবং তাহা লৌহ চাকতিগুলিতে বহে, যেহেতু প্রত্যেক চাকতি নিজেই সম্পূর্ণ ধাতব পথ—এই প্রবাহকে গাত্র প্রবাহ বা 'এডি-কারেন্ট' বলে এবং চাকতিগুলি যতই পাতলা ও বাধাদায়ক হউক না কেন, কিছু না কিছু এডি কারেন্ট হয়ই হয়। সেকেন্ডারী কয়েলের সম্পূর্ণ সার্কিট অবস্থায় উহার মধ্যে বহমান প্রবাহ হেতু প্রাইমারী কয়েলে যে রূপ ফল হয়, এই 'এডি-কারেন্ট-গুলির দরুণও সেইরূপ ফল প্রাইমারী কয়েলে হয় অর্থাৎ যেহেতু সেকেন্ডারী কয়েলে প্রবাহ বহান দরুণ প্রাইমারী কয়েলে ওয়াট কারেন্ট প্রবেশ করে, এই 'এডি-কারেন্ট'গুলির দরুণও প্রাইমারী কয়েলে 'ওয়াট-কারেন্ট' বহে। অতএব দেখা যাইতেছে ট্রান্সফর্মার ভারবিহীন হইলেও উহার

প্রাইমারী কয়েলের মধ্যে দিয়া কিছু পরিমাণ 'ওয়াট কারেন্ট' বহে। লৌহময় অংশাবলীতে যে পরিমাণ উত্তাপশক্তি এডিকারেন্ট হেতু উৎপন্ন হয়, সকল অবস্থায় ট্রান্সফর্মারের মধ্যে সেই পরিমাণ শক্তি ব্যয় হয়। সুতরাং ভারহীন ট্রান্সফর্মারের কারেন্ট ও ভোল্টেজের মধ্যে 'ফেজ-ডিকারেন্স সর্বদাই সিকি-পিরিয়াডের কম, এবং উহার মধ্যে ব্যয়িত ওয়াট, ভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণফল অপেক্ষা কম হইলেও, শূন্য অপেক্ষা অধিক।

চোकिং কয়েল (Choking Coil) :—যদি কোন অন্টার-



চিত্র—৫৮৪

নেটিং কারেন্ট সার্কিটে অল্প কার্য্যকরী শক্তি প্রয়োজন হয় ও (অন্টারনেটিং কারেন্ট) ডায়নামো হইতে অধিক শক্তি প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে উদ্ভূত শক্তির বৃথা অপব্যয় এই অব-

লগ্নন দ্বারা রূপ করা হয়। ইহা অনেকটা ক্ষুদ্র ট্রান্সফর্মারের স্থায়। তবে ট্রান্সফর্মারে লৌহখণ্ডের উপর দুইটি কয়েল পরিবেষ্টিত থাকে, ইহাতে কেবলমাত্র একটি কয়েল পরিবেষ্টিত থাকে। যদি মাত্র একটি ৫০ ভোল্ট অন্টারনেটিং কারেন্ট আর্ক ল্যাম্প ২২০ ভোল্ট বিশিষ্ট লাইনে সংযুক্ত করিতে হয়, তাহা হইলে বাকী ১৭০ ভোল্টের প্রায় উপযুক্ত বাধাকে ল্যাম্পের সহিত সিরিজ বাবহার করিতে হইবে। এখন যদি উক্ত ল্যাম্প ১০ অ্যাম্প প্রবাহ প্রয়োজন হয়, তাহা হইলে ল্যাম্পটির দ্বারা  $৫০ \times ১০ = ৫০০$  ওয়াট শক্তি গৃহীত হয়, এবং সিরিজ বাধায়  $১৭০ \times ১০ = ১৭০০$  ওয়াট শক্তি বৃথা ব্যয়িত হয় ও ডায়নামোকে  $২২০ \times ১০ = ২২০০$  ওয়াট শক্তি সরবরাহ করিতে হয়। কিন্তু যদি সিরিজ বাধাটিকে পরিবর্তে চোकिং-কয়েল ব্যবহৃত হয়, তাহা হইলে ইহার দ্বারা অয় সম্ভাবন হেতু বিপরীত দিকে ই, এম, এফ, উৎপন্ন হইয়া কারেন্ট ও ভোল্টেজের

মধ্যে প্রচুর ফেজ-ডিসারেন্স আনয়ন করে। এখানে কারেন্ট ১০ আম্পাই হইবে এবং ল্যাম্প ও চোকেিং কয়েল একত্রে ২২০ ভোল্ট চাপ পাইবে, কিন্তু গৃহীত শক্তি ২২০০ ওয়াট অপেক্ষা অনেক অল্প হইবে; ইহা আর্ক ল্যাম্পে যে ৫০০ ওয়াট প্রয়োজন হয় তদপেক্ষা বিশেষ অধিক হইবে না।

**অলটারনেটিং কারেন্টের প্রবাহ বেগ ও ভোল্টেজ পরিমাপঃ**—অলটারনেটিং কারেন্ট পর্যায়ক্রমে দুই বিপরীত দিকে বহিতে থাকে, সুতরাং একদিকের প্রবাহকে + ধরিলে অপর দিকের প্রবাহ — হইবে এবং এই প্রবাহ বেগ দুই সম + ও— পরিমাণের মধ্যে স্পন্দিত হয়। প্রবাহ বেগের স্পন্দনের কারণ ভোল্টেজের ঐরূপ দুই সম বিপরীত পরিমাণের মধ্যে স্পন্দন। প্রবাহ বেগ প্রবাহের ফল দ্বারা পরিমিত হয়। যেমন তাপন ফল বা চুম্বক ফল। অলটারনেটিং কারেন্টের ১ আম্প বলিলে বুঝিতে হইবে ইহারদ্বারা আম্প যন্ত্র কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ত্রায় উত্তাপ উৎপন্ন হয়। সুতরাং ‘হট অয়র’ কন্টিনিউয়াস ও অলটারনেটিং উভয় কারেন্টের জন্য ব্যবহার হইতে পারে। দৃষ্ট হয় অলটারনেটিং কারেন্টের গরিষ্ঠ পরিমাণ ঐ ‘একক’ পরিমাণের ১.৪১ গুণ বা এই ‘একক’ পরিমাণ গরিষ্ঠ পরিমাণের ৭০.৭ অংশ। উক্ত একক দ্বারা পরিমিত অলটারনেটিং কারেন্টের পরিমাণকে ‘কার্যকরী পরিমাণ’ (Effective বা virtual current) বলে। ঠিক সেইরূপ অলটারনেটিং কারেন্টের কার্যকরী ভোল্টেজ বলিলে বুঝতে হইবে যে, কন্টিনিউয়াস কারেন্টের যে ভোল্টেজ কোন নির্দিষ্ট বাধায় (ওম) প্রযুক্ত হইলে যেরূপ উত্তাপ উৎপন্ন হয়, অলটারনেটিং কারেন্টের এই ভোল্টেজ দ্বারাও ঐ বাধায় সেইরূপ উত্তাপ উৎপন্ন হয়। এই সংজ্ঞা মতে পরিমিত অলটারনেটিং কারেন্টের ভোল্টেজকে কার্যকরী (Effective বা virtual) ভোল্টেজ বলে, এবং ইহা পূর্বের ন্যায় গরিষ্ঠ ভোল্টেজের ৭০.৭ অংশ বা গরিষ্ঠ ভোল্টেজ কার্যকরী ভোল্টেজের ১.৪১ গুণ।

সুতরাং কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ২২০ ভোল্টের উপযোগী বাতির নিমিত্ত অলটারনেটিং কারেন্টের প্রায় ৩১০ গরিষ্ঠ ভোলটেজ ( দেড়গুণ ) প্রয়োজন ।

**ওয়াটমিটার ও পাওয়ার ফ্যাক্টর (Watt-meter and Power Factor) :—** অলটারনেটিং কারেন্ট সার্কিটে শক্তি বা ওয়াট মাপিতে হইলে কেবলমাত্র ‘এফেকটিভ’ ভোলটেজ ও ‘এফেকটিভ’ কারেন্ট অবগত হইলে চলিবে না, এরূপ যন্ত্র ব্যবহার করিতে হইবে যাহাতে যে কোন সময়ের ভোলটেজ ও তৎকালীন প্রবাহ দর্শিত হয় অর্থাৎ তৎকালীন ওয়াট পরিমিত হয় । এই নিমিত্ত ৪৪৬ চিত্রের ন্যায় ওয়াটমিটার নামক যন্ত্রটি ব্যবহার করা যাইতে পারে, কেবলমাত্র ভোলটেজ ও কারেন্টের মধ্যে ফেজের পার্থক্য রদ করিবার জন্য স্থির কয়েলটি ( কারেন্ট কয়েল, যাহার মধ্য দিয়া আমমিটারের ন্যায় মেনের সমস্ত প্রবাহ প্রবাহিত হয় ) মোটা তারের অল্প সংখ্যক পাক বিশিষ্ট এবং ঘূর্ণনক্ষম কয়েলটি ( প্রেসার কয়েল, যাহাতে ভোলটমিটারের ন্যায় মেনের সমস্ত ভোলটেজ প্রযুক্ত হয় ) সুরু তারের অল্প সংখ্যক পাক বিশিষ্ট এবং ভোলটমিটারের ন্যায় ইহার সহিত বাধাদায়ক নন ইণ্ডাকটিভ কয়েল সিরিজে যুক্ত থাকে (চিত্র ২১৪) ।

**দ্রষ্টব্য :—** ঘূর্ণনক্ষম অর্থাৎ প্রেসার কয়েলটি স্থির এবং কারেন্ট কয়েলের আড়াআড়ি দিকে থাকে অর্থাৎ তাহার পরস্পরের সহিত ৯০° ‘কোণ’ করে । ঘুরিয়া গেলে কয়েলদ্বয়ের মধ্যে নিষ্ক্ষেপণ বল কমিয়া যায়, সুতরাং ঘূর্ণনক্ষম কয়েলকে ঘুরাইয়া পূর্বস্থানে ( স্থির কয়েলের সহিত সমকোণে ) রাখা প্রয়োজন । এই নিমিত্ত উপরের ডায়ালটির উপর মাঝখানে একটি ছোট ‘মিল্ড-হেড’ (milled head, টাকার স্থায় ধারে কিরকিরে কাটা চাকতি ) শ্রিংএর সহিত আবদ্ধ থাকে এবং এই ঘূর্ণন হেতু ‘টর্সন’ দ্বারা নিষ্ক্ষেপণ বল পরিমিত হয় বলিয়া ঘূর্ণন মাপিবার জন্য উহার সহিত একটি কাঁটা থাকে । কাঁটাটি ডায়ালটির উপর ঘুরে এবং ডায়ালটি সচরাচর ডিগ্রীতে (°) বিভক্ত থাকে । যন্ত্রটিকে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট সাহায্যে দাগিয়া বা ‘ক্যালিব্রেট’ (calibrate) করিয়া লইতে হয়, যথা কারেন্ট কয়েলে ১০০ অ্যাম্প প্রবাহ দিয়া সিরিজে সংযুক্ত বাধা কয়েলসহ প্রেসার কয়েলে ১৭০ ভোল্ট চাপ প্রযুক্ত করিয়া দেখিতে হয় ঘূর্ণিত প্রেসার কয়েলকে পূর্বস্থানে আনিতে মুক্ত হেডকে কত ডিগ্রী ঘুরাইতে হয় ( ইহা ঐ কাঁটা ও ডিগ্রীতে বিভক্ত ডায়ালটির সাহায্যে হয় ) ধরা বাড়ুক যদি ২০° ঘুরাইতে হয়, তাহা হইলে ২০° হেতু টর্সন দ্বারা  $১০ \times ১০০ = ১০০০$  ওয়াট পরিমিত হইতেছে—সুতরাং প্রতি ডিগ্রী টর্সন দ্বারা ৫০ ওয়াট বুঝায় ।



এই যন্ত্রে কোন সময় ঘূর্ণনক্ষম কয়েলটি স্থির কয়েল দ্বারা যে বলে আকর্ষিত বা নিক্ষিপ্ত হয় তাহা তৎকালীন যুগপৎ ভোল্টেজ ও কারেন্টের গুণফলের উপর নির্ভর করে, সুতরাং ইহা দ্বারা তৎকালীন শক্তি (ওয়াট) সঠিক পরিমিত হয়, যথা, ভোল্টেজ ও কারেন্ট যদি একই ফেজে থাকে অর্থাৎ উহাদের মধ্যে যদি ফেজের ব্যবধান না থাকে (যেমন একটি মো-ল্যাম্পের সহিত সংযুক্ত করিলে প্রায় এইরূপ অবস্থা প্রাপ্ত হওয়া যায়) তাহা হইলে উক্ত ওয়াটমিটার দ্বারা দর্শিত ওয়াট পরিমাণ হট-অম্মার আমমিটার ও ভোল্টমিটার দ্বারা পরিমিত আম্পেয়ারেজ ও ভোল্টেজের গুণফলের সহিত প্রায় মিলিয়া যায়। যথা, আমমিটারে ২ আম্প ও ভোল্টমিটারে ৫০০ ভোল্ট দর্শিত হইলে ওয়াট মিটারে প্রায় ১০০ ওয়াট দর্শিত হয়। কিন্তু যদি সিকি পরিমিত ফেজের ব্যবধান হয় তাহা হইলে আমমিটারে ২ আম্প ও ভোল্টমিটারে ১০০ ভোল্ট দর্শিত হইবে বটে, কিন্তু ওয়াটমিটারে ০ ওয়াট দর্শিত হইবে। আম্প  $\times$  ভোল্টকে এপারেণ্ট ওয়াট ( Apparent watt) বলে এবং ওয়াট মিটার দ্বারা দর্শিত ওয়াট পরিমাণকে 'রীয়েল' বা 'এফেকটিভ' ওয়াট (Real or effective watt) বলে। এপারেণ্ট ওয়াটের সহিত এফেকটিভ ওয়াটের সম্বন্ধ হইতে ফেজের ব্যবধান হিসাব করিয়া লওয়া যাইতে পারে।  $\frac{\text{এফেকটিভ ওয়াট}}{\text{এপারেণ্ট ওয়াট}}$  এই ভগ্নাংশকে 'পাওয়ার ফ্যাক্টর' ( Power factor ) বলে এবং ইহা ফেজ ব্যবধান কোণের 'কোসাইনের' (Cosine) সহিত সমান। এই 'কোণকে যদি  $\alpha$  ধরা যায় তাহা হইলে—পাওয়ার ফ্যাক্টর =  $\frac{\text{এফেকটিভ ওয়াট}}{\text{এপারেণ্ট ওয়াট}} = \cos \alpha$  সন্ধান বা ইণ্ডাকসান হীন পথে ফেজ ব্যবধান ০°, সুতরাং পাওয়ার ফ্যাক্টর =  $\cos 0 = 1$ , আর যে পথে ইণ্ডাকসান ঘটে তাহাতে পাওয়ার ফ্যাক্টর একের কম হয়, ফেজ ডিকারেন্স 'সিকি পরিমিত' বা ৯০° হইলে:

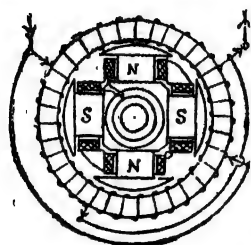
পাওয়ার ফ্যাক্টর =  $\cos 90^\circ = 0$ । অতএব পাওয়ার ফ্যাক্টর জানা থাকিলে ওয়াট মিটার ব্যতীকেও শক্তি বা ওয়াট পরিমিত হয়।

রীয়েল ওয়াট = এপারেণ্ট ওয়াট + পাওয়ার ফ্যাক্টর। ফেজ-মিটার নামক যন্ত্র দ্বারা মোজাহজি পাওয়ার ফ্যাক্টর মাপা যাইতে পারে, কিন্তু ইহা প্রায় ব্যবহার হয় না। উপরে যে ‘ওয়াট মিটার’ বর্ণিত হইল তদ্বারা একেবারেই ওয়াট পরিমিত হয়।

**অল্টারনেটর (Alternator)** বা অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদক :—অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদন পদ্ধতি পূর্বেই বর্ণিত হইয়াছে। তথায় দৃষ্ট হইবে যে, কয়েলের শেষভাগদ্বয়কে দুইটি স্লিপ-রিং (Slip ring) এর সহিত সংযুক্ত রাখিতে হয়। ঐ স্লিপরিংদ্বয় হইতে কার্বনব্রুশ দ্বারা বাহিরে প্রবাহ সরবরাহ হয়। ইহাতে কমিউটেটরের ভায়ে কোন অবলম্বন প্রয়োজন হয় না। অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদক যন্ত্রগুলির মধ্যে কাহারও স্থির চুম্বক রাজ্যে কয়েল সমেত আমেচার ঘুরে, আবার কোন কোন স্থলে কয়েল সমেত আমেচার স্থির থাকে, রাজ্যের চুম্বক ঘুরে। যে অংশটি ঘুরে তাহাকে ‘রোটার’ (Rotor) বলে ও যে অংশটি স্থির থাকে তাহাকে ‘স্টেটার’ (Stator) বলে। সুতরাং এই যন্ত্রসকল দুই প্রকারের হইতে পারে। ফিল্ড স্টেটার, আমেচার রোটার, বা ফিল্ড রোটার, আমেচার স্টেটার। রোটারী (Rotary) অর্থাৎ আবর্তনকারী অংশটি স্টেটার বা স্থির অংশের অন্তর্ভাগবর্তী হয়। সুতরাং স্টেটার আমেচার (বা রোটারী ফিল্ড) বিশিষ্ট যন্ত্রের স্রুবিধা এই যে আমেচারকে খুব বৃহদাকৃতি করা যায়; অতএব উহাতে প্রচুর কয়েল ব্যবহৃত হইতে পারে। কয়েল সংখ্যা প্রচুর বলিয়া অধিক ভোল্টেজ পাওয়া যাইবে এবং আমেচারের স্থিরাবস্থা হেতু প্রবাহ বাহিরে সরবরাহের নিমিত্ত স্লিপ-রিং ও ব্রুশের প্রয়োজন হয় না; কয়েলের দুইমুখকে দুইটি ধাতুখণ্ডের সহিত সংযুক্ত রাখিয়া ঐ ধাতুখণ্ডদ্বয় হইতে তারদ্বারা শক্তি সরবরাহ হইতে পারে, সুতরাং আমেচার ও তৎসংশ্লিষ্ট অংশাবলীর ইনসুলেশানের কার্যাদি অতীব অনায়াস সাধ্য হয়।

অল্টারনেটোরের রাজ্য চুম্বক ডাইরেক্ট কারেন্ট দ্বারা উত্তেজিত হয় এবং ঐ উত্তেজনা (excitation) তিন প্রকারে সাধিত হয়, (১) অল্টারনেটোরের নিজের মধ্যে উৎপাদিত শক্তি দ্বারা (কমিউটেটর সাহায্যে অল্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করিয়া), (২ ও ৩) অপর কোন স্থান হইতে প্রবাহ লইয়া, যথা, (২) অল্টারনেটোরের সহিত একই সার্কটে চালিত একটি ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোর প্রবাহ দ্বারা (৩) বাহির হইতে কোন প্রবাহ দ্বারা।

অল্টারনেটোরের মধ্যে উৎপন্ন অল্টারনেটিং কারেন্ট দ্বারা রাজ্যচুম্বককে উত্তেজিত করিতে হইলে ঐ কারেন্টকে ডাইরেক্ট করিয়া লইতে হয়। এই নিমিত্ত কমিউটেটর ব্যবহৃত হয়। এই কমিউটেটরকে সুবিধামত



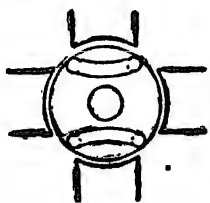
চিত্র—৫৮৫

সচরাচর স্লিপ-রিংএর বিপরীত দিকে স্থাপিত করিতে হয়। এই প্রকার কলকে ডবল-কারেন্ট অল্টারনেটর বলে। রোটরী ফিল্ড যন্ত্রে ফিল্ড কয়েলের জগ্ন স্লিপ-রিং ব্যবহার করা প্রয়োজন হয়। রোটরী ফিল্ড রিং আমেরচার

যন্ত্র ৫৮৫ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে।

রিং আমেরচার অপেক্ষা ড্রাম আমেরচারের প্রস্তুত প্রকরণ সহজ বলিয়া ইহাই অধিকাংশ স্থলে ব্যবহৃত হয়। ড্রামআমেরচারের তার জড়াইবার পদ্ধতি ডাইরেক্ট কারেন্ট হইতে কিছু বিভিন্ন, যথা—যদি ২০০ ফাঁস থাকে, ডাইরেক্ট কারেন্ট ড্রাম আমেরচারে ঐ ২০০ ফাঁসকে সমভাবে চতুর্দিকে বিছাইয়া দেওয়া হয়, অল্টারনেটিং কারেন্ট ড্রাম আমেরচারের বৈদ্যুত ঐ ২০০ ফাঁসকে একই স্থানে জড়ান হয়। ইহাতে কল ভাল পাওয়া যায়, কারণ যে কোন সময় প্রত্যেক তারের ফেজ সমান, অর্থাৎ ভোলটেজ যখন শূন্য হয় তখন সকল তারেই উহা শূন্য হয় এবং ভোলটেজ যখন গরিষ্ঠ

হয় তখন সকল তারেই উহা গরিষ্ঠ হয়। এই প্রকার তার জড়াইবার



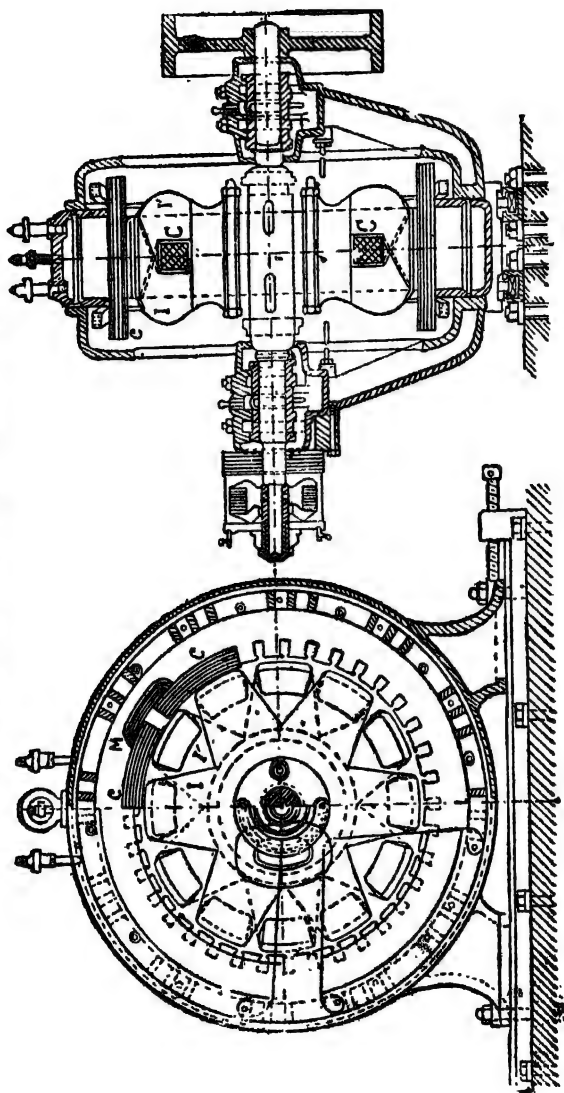
চিত্র—৫৬৬

পদ্ধতি ৫৬৫ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে দৃষ্ট হইবে যে পোল প্রাতি মাত্র একটি করিয়া খাঁজ আমে'চারে প্রয়োজন। অবশ্য পোল প্রাতি দুইটি বা ততোধিক করিয়া খাঁজ থাকিতে পারে, কিন্তু এরূপ স্থলে তার এরূপভাবে জড়াইতে হইবে যেন তাহার আমে'চারে একই দিকে চুম্বক মেরু সৃজন করে, অর্থাৎ কয়েলগুলি যেন সমান্তরাল হয়। ইহা ৫৬৬ চিত্র দেখিলেই সহজে বুঝিতে পারা যাইবে। এই চিত্রে ৪ পোল যন্ত্রের চারিটি খাঁজ বিশিষ্ট আমে'চার দর্শিত হইয়াছে। এই চারিটি খাঁজে দুইটি কয়েল সমান্তরাল ভাবে আছে।

রোটারী ফিল্ড যন্ত্রে ঘূর্ণায়মান ফিল্ড কয়েলগুলিকে দৃঢ় করিবার নিমিত্ত মোটা তার ব্যবহার করিতে হয়। মোটা তারের বাধা অল্প, স্রুতরাং অল্প ভোল্টেজেই অধিক প্রবাহ দেয়, এবং তার মোটা বলিয়া পাকসংখ্যা যদিও অল্প, অধিক প্রবাহ দ্বারা প্রয়োজন মত উত্তেজক অ্যাম্প-পাক (ampere turn) পাওয়া যায়। সচরাচর ১১০ ভোল্টের অধিক ভোল্টেজ প্রয়োজন হয় না, স্রুতরাং স্লিপ-রিং প্রভৃতির ইনসুলেশান কার্য্য অনায়াস সাধ্য। অলটারনেটিং কারেন্ট যন্ত্রের আমে'চারের খাঁজগুলি ডাইরেক্ট কারেন্ট যন্ত্রের আমে'চারের খাঁজ অপেক্ষা প্রশস্ত এবং হাই-টেনসান অর্থাৎ অধিক ভোল্টেজ উৎপাদক যন্ত্রের আমে'চারের খাঁজের মধ্যে অপরিচালক পদার্থের নল থাকে, ঐ নলের মধ্য দিয়া তার যায়।

৫৬৭ চিত্রে একটি অলটারনেটারের ছেদ চিত্র দর্শিত হইয়াছে। ইহার ফিল্ড রোটারী (আমে'চার স্থির)। ইহাতে C (স্থির আমে'চারের) কয়েল বাহাতে অলটারনেটিং প্রবাহ সম্ভাবিত হয়, M আমে'চারের ল্যামিনেটেড লৌহপাত সমষ্টি—ইহার দুই শেষ ভাগ পর পর দুইটি কয়েলে প্রবিষ্ট এবং প্রত্যেক কয়েলের মধ্যে এইরূপ দুইটি করিয়া লব্ধভাষ আছে। I ও I' রোটারী (আবর্তনশীল) রাজ্য চুম্বক—ইহা দুইটি দম্ভচক্রাকার

অমর্তারান্নোতিং কান্নোত্তে জনান্নোত্তার ।



৬৭০—ছবি

লৌহে প্রস্তুত। ঐ দস্তগুলির শেষভাগ হকের মত বাঁকান এবং চক্রের একপাশে আবদ্ধ যে একটির দস্তগুলির ব্যবধানে অপরটির দস্ত, যথা I একটির দস্ত, I' অপরটির দস্ত। রাজ্য চুম্বকের উত্তেজক কয়েল C উক্ত চক্রদস্তগুলির মধ্যে স্থাপিত এবং যেহেতু দস্তচক্রের একটি লৌহ মের দ্বারা আবদ্ধ, একটি চক্রে দস্তগুলি S মের ও অপরটির দস্তগুলি N মের হয়, এবং যেহেতু একটি চক্রের একটি দস্তের পর তৎপরবর্তী চক্রের একটি দস্ত আছে, রাজ্য চুম্বকের মেরগুলি একটি N অপরবর্তীটি S, এই ভাবে সজ্জিত হইতেছে। এইরূপ যন্ত্রকে অল্টারনেটিং-পোল টাইপ বলে। রাজ্য চুম্বকের উত্তেজক কয়েল C দস্তচক্রের সহ আবর্তনশীল, হুতরাং স্লিপ-রিং দ্বারা উহাতে প্রবাহ প্রযুক্ত হয়।

দুইটি অল্টারনেটোরের প্যারালেল সংযোগ ও সিংক্রনাইজার (Synchroniser) :—দুইটি অল্টারনেটরকে, প্যারাললে সংযুক্ত কর্তিনিউয়াস কারেন্ট ডায়নামোমিটারের মত, কেবলমাত্র উহাদিগকে যে সম ভোল্টেজে আনিলেই চলিবে তাহা নহে, ভোল্টেজ সমান করা ব্যতীত উহাদের ঘূর্ণন গতি সমান করিয়া একই ক্ষেত্রে সংযুক্ত করিতে হয়। ঘূর্ণন গতি সমান করিয়া একই ক্ষেত্রে সংযুক্ত করাকে ‘মিল করা’ বা সিংক্রনাইজ (Synchronise) করা বলে। স্পীডো-মিটার বা ট্যাকোমিটার প্রভৃতি নামক ঘূর্ণনগতি পরিমাপক যন্ত্রের দ্বারা ঘূর্ণনগতি পরিমিত হইতে পারে বটে, কিন্তু সিংক্রনাইজ করণার্থে ঘূর্ণনগতির এক্রূপ সঠিক পরিমাপ প্রয়োজন যে তাহা উক্ত যন্ত্র দ্বারা সাধিত হইতে পারে না। এই উদ্দেশ্যে অল্টারনেটর ঘূর্ণনগতি অতি সঠিক পরিমাপ করিতে সাধিত হয় তাহা নিম্নে বর্ণিত হইল। অল্টারনেটর দুইটির যে ভোল্টেজ সেই ভোল্টেজের দুইটি ল্যাম্প দ্বারা উহাদিগকে আড়াআড়ি ভাবে সংযুক্ত করিতে হইবে, অর্থাৎ একটির পজিটিভ অপরটির নেগেটিভ টার্মিনালের সহিত একটি আলোক দ্বারা সংযুক্ত করিতে হইবে। এবং একটি ডবল পোল সুইচকে “অফ” (off) বা উন্মুক্ত রাখিয়া যন্ত্রদ্বয়কে চালাইতে হইবে। যদি তাহাদের ভোল্টেজ পরস্পরের বিপরীত হয় তাহা হইলে কোন আলোকই জ্বলিবে না, আর যদি ভোল্টেজ একই দিকে হয়, তাহা হইলে (১) যন্ত্রদ্বয়ের মধ্যে ক্ষেত্রের পার্থক্য থাকিলে ল্যাম্প

ক্ষীণভাবে জ্বলবে, ফেজ পার্থক্য যত অল্প হইবে, ল্যাম্প তত উজ্জ্বল জ্বলিবে, এবং যখন যন্ত্রদ্বয়ের কোনরূপ ফেজ পার্থক্য থাকিবে না, তখন ল্যাম্পদ্বয় পূর্ণ জ্যোতিঃতে জ্বলিবে। এই সময় ডবলপোল 'সুইচ' দ্বারা যন্ত্রদ্বয়কে (প্যারালাল ভাবে) সংযুক্ত করিতে হইবে। অল্প ভোল্টেজের যন্ত্র হইলে একের (+) টার্মিনাল অপরের (-) টার্মিনালের সহিত একটি ল্যাম্প দ্বারা সংযুক্ত হয়, অপেক্ষাকৃত অধিক ভোল্টেজের যন্ত্র হইলে অবস্থানুসারে সিরিজে সংযুক্ত একাধিক ল্যাম্প দ্বারা সংযুক্ত হয় এবং অত্যধিক ভোল্টেজ বা 'হাইটেনশান' বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে ট্রান্সফর্মার দ্বারা প্রত্যেকের ভোল্টেজ অবনত করিয়া ঐ অবনত ভোল্টেজ ল্যাম্পে প্রযুক্ত করা হয়।

### অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর।

সিংক্রনাস মোটর :—কন্টিনিউয়াস কারেন্টের বেলায় দেখা গিয়াছে জেনারেটরকে মোটরভাবে ব্যবহার করা যায়। এখন দেখা যাউক অল্টারনেটরকে অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর ভাবে ব্যবহার করা যায় কি না। যদি অল্টারনেটরের স্থির আমেচারের তারগুলিতে স্লিপ রিং দ্বারা প্রবাহ প্রযুক্ত হয়, তাহা হইলে ঐ তারের মধ্য দিয়া প্রবাহ যেমনই বহিবে, আমেচার ঘুরিবার উদ্যোগ করিবে, কিন্তু প্রত্যেক স্থির বস্তুর গতিশীল হইতে কিছু সময় আবশ্যক হয়। সুতরাং আমেচার ঘুরিবার পূর্বেই প্রবাহের দিক বিপরীত হইয়া যায় ও উহা বিপরীত দিকে ঘুরিবার প্রয়াস পায়। আমেচার ঘুরিতে অক্ষম হয়, কেবল কাঁপিতে থাকে।

যদি একটি একরূপ ঘূর্ণায়মান আমেচার লওয়া যায় যে প্রবাহের দিক পরিবর্তনের সহিত আমেচারের তার ঘুরিয়া গিয়া বিপরীত পোলের অধীন হয়, তাহা হইলে আমেচার একই দিকে অধিকতর গতিতে ঘুরিবে। এইরূপ মোটরকে সিংক্রনাস-মোটর বলে। সিংক্রনাস মোটরকে গোড়ার মুখে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট দ্বারা বা অন্য কোন উপায়ে স্পন্দন সংখ্যানুসারে গতিতে ঘূর্ণায়মান করিয়া তবে অল্টারনেটিং কারেন্ট দ্বারা চালান

হয়। যথা, স্পন্দন সংখ্যা মিনিটে ৮০০০ হইলে দ্বি-মেরু যন্ত্রে মিনিটে ৪০০০ বা ৮-মেরু যন্ত্রে মিনিটে ১০০০ বার ঘুরিতেছে, এরূপ অবস্থায় আর্মেচারকে আনিয়া ৮০০০ স্পন্দনবিশিষ্ট ঐ অল্টারনেটিং কারেন্ট উহাতে প্রযুক্ত হয়।

সিংক্রনাস-মোটরের সুবিধা, উহা প্রায় একভাব গতিতে চলে এবং ভোল্টেজ ও ফ্রিকুয়েন্সীর মধ্যে ফেজের পার্থক্য থাকে না, কিন্তু প্রধান অসুবিধা এই যে, কোন কারণে, যথা—গুরুভার হেতু—যদি উহার গতি কমিয়া যায় তাহা হইলে উহা থামিয়া যাইবে, কারণ যেরূপ প্রবাহকালে উহার তার যে মেরুর অধীন থাকা উচিত, গতি হ্রাস হেতু তাহার বিপরীত মেরুর অধীন থাকিলেই বিপরীত দিকে ঘুরিবার প্রয়াস পাইবে—সুতরাং মোটর থামিয়া যাইবে। এইজন্য ইহা কলকারখানায় সাক্ষট প্রভৃতি চালান কার্যের অল্পযুক্ত।

**মোটর-জেনারেটর ও কনভার্টার :-** দূরবর্তী স্থানে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করিতে হইলে অল্টারনেটিং কারেন্টই সুবিধাজনক, কিন্তু এই প্রকার কারেন্টের অসুবিধা এই যে, আকুমুলেটর চার্জ করা প্রভৃতি কার্য উহার দ্বারা সাধিত হইতে পারে না। এই নিমিত্ত সচরাচর নিম্নলিখিত পদ্ধতি অবলম্বিত হয়। সেন্ট্রাল স্টেশনে বা পণ্ডার হাউসে (যেখানে বৈদ্যুতিক শক্তি উৎপাদিত হয়) অল্টারনেটিং কারেন্ট উৎপাদিত হইয়া সাব-স্টেশনে বা ডিষ্ট্রিবিউটিং স্টেশনে (যাহা সরবরাহের পল্লীগুলির মধ্যে কতকগুলি সম্মিকটস্থ তদধীন পল্লীগুলিতে শক্তি সরবরাহ করে) সরবরাহ হয়। এই ডিষ্ট্রিবিউটিং স্টেশন গুলিতে অল্টারনেটিং কারেন্ট, উপযুক্ত ভোল্টেজের কন্টিনিউয়াস কারেন্টে পরিণত হইয়া আকুমুলেটর চার্জ করে ও তদধীন পল্লীগুলিতে সরবরাহ করে। যখন চাহিদা অতি অল্প হয় তখন কেবলমাত্র আকুমুলেটর হইতে ঐ অল্প শক্তি সরবরাহ হয়, সেন্ট্রাল-স্টেশনের ও সাব-স্টেশনের যন্ত্র সকল বন্ধ থাকে। আবার অল্প কালের জন্য চাহিদা অত্যধিক হইলে সাব-স্টেশনে



কন্টিনিউয়াস কারেন্টে পরিণত সেন্ট্রাল ট্রেনের শক্তির সহিত আকুমুলেটর হইতে শক্তি যোগদান করে।

সাব-ট্রেনে অল্টারনেটিং কারেন্টকে ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করিববার নিমিত্ত দুইপ্রকার যন্ত্র ব্যবহার হয়, (১) মোটর-জেনারেটর—ইহাতে দুইটি যন্ত্র থাকে, একটি অল্টারনেটিং কারেন্ট মোটর ও তৎসংযুক্ত একটি কন্টিনিউয়াস কারেন্ট ডায়নামো, (২) রোটারী-কনভার্টার—ইহা একটি যন্ত্র, ইহার আর্মেচার ঘূর্ণনশীল এবং ঐ আর্মেচারের একদিকে স্লিপ-রিং ও অপরদিকে কমিউটেটর থাকে। উভয়বিধ অবলম্বনে সিংক্রনাস-মোটর ব্যবহার করা হইতে পারে, ব্যাটারির প্রবাহ দ্বারা মোটরের আদিম গতি উৎপাদিত হয়।

মোটর-জেনারেটরের বেলায়, ব্যাটারি হইতে প্রবাহ ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোতে প্রযুক্ত হয়, ডায়নামো তখন মোটর ভাবে চালিত হইয়া সিংক্রনাস-মোটরকে চালিত করে, যখন সিংক্রনাস-মোটরের গতি অল্টারনেটিং কারেন্টের স্পন্দন সংখ্যার সহিত মিলিয়া যায় তখন ঐ মোটরকে অল্টারনেটিং কারেন্টের সহিত যোগ করিয়া দেওয়া হয়। তখন সিংক্রনাস মোটর ডাইরেক্ট কারেন্ট ডায়নামোকে চালায়। ইহাতে উহা অধিক উত্তেজিত হয়, ই, এম, এফ, পরিবর্তিত হয় ও ব্যাটারিকে চার্জ করে।

মোটর-জেনারেটরের অংশদ্বয় যে কোন ভোল্টেজের উপযোগী হইতে পারে, যথা—মোটরটি ১০০০ বা ১০০০০ ভোল্টের, ডায়নামোট ১১০ বা ৪৪০ ভোল্টের প্রভৃতি হইতে পারে। কনভার্টার দ্বারা কিন্তু ‘হাই-টেনসান’ বা অত্যধিক ভোল্টেজের অল্টারনেটিং কারেন্টকে সোলোসজি লো-টেনসান’ বা অল্প ভোল্টেজের ডাইরেক্ট কারেন্টে পরিণত করা যায় না। ট্রান্সফর্মার দ্বারা প্রথমতঃ হাইটেনসান অল্টারনেটিং কারেন্টকে উপযুক্ত লো-টেনসান অল্টারনেটিং কারেন্টে পরিণত করা হয়, পরে ইহা হইতে লো-টেনসান ডাইরেক্ট কারেন্ট প্রস্তুত হয়। তাহার কারণ।

কনভার্টারের আমেচারে স্লিপ-রিং ও কমিউটেটোরের সহিত সংযুক্ত কেবলমাত্র একটি ওয়াইণ্ডিং থাকে, অথবা দুইটি পৃথক ওয়াইণ্ডিং থাকে। যাহাই হউক, যেহেতু একই আমেচারে অল্টারনেটিং কারেন্ট হইতে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট ( অথবা কন্টিনিউয়াস হইতে অল্টারনেটিং কারেন্ট ) উৎপন্ন হইতেছে, উহাদের ভোল্টেজের মধ্যে নিশ্চয়ই কিছু সামঞ্জস্য থাকিবে—কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ভোল্টেজ, অল্টারনেটিং কারেন্টের ( গরিষ্ঠ ) ভোল্টেজের সহিত সমান হইবে ( একটি ওয়াইণ্ডিং বিশিষ্ট আমেচার লইলে এই উপলব্ধি সহজ হইবে ) অল্টারনেটিং কারেন্ট ভোল্টেজ বলিলে দুইরকম বুঝাইতে পারে—( ১ ) গরিষ্ঠ বা ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ, (২) কার্যকরী বা একেকটিভ ভোল্টেজ, (ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ  $= ১.৪১ \times$  একেকটিভ ভোল্টেজ বা একেকটিভ ভোল্টেজ  $= .৭ \times$  ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজ ) এখানে ঐ ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজকে বুঝাইতেছে। অতএব কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ভোল্টেজ অল্টারনেটিং কারেন্টের ম্যাক্সিমাম ভোল্টেজের সহিত সমান অথবা একেকটিভ ভোল্টেজের  $১.৪১$  গুণ হওয়া প্রয়োজন, যথা  $১০০$  ভোল্টের কন্টিনিউয়াস কারেন্ট পাইতে হইলে কনভার্টারের মধ্যে  $১০০$  ম্যাক্সিমাম ভোল্টের বা  $৭০$  একেকটিভ ভোল্টের অল্টারনেটিং কারেন্ট প্রয়োজন হইবে। এই নিমিত্ত ট্রান্সফর্মার দ্বারা হাই-টেনসানকে লো-টেনসানে পরিণত করিবার প্রয়োজন হয়।

দ্রষ্টব্য :—উপরে অল্টারনেটিং ও কন্টিনিউয়াস কারেন্টের ভোল্টেজের মধ্যে যে সম্বন্ধ দর্শিত হইল তাহা আনুমানিক। বস্তুতঃ আমেচারের বাধার ( ওমে পরিমাপ্য ) কিছু ভোল্টেজ পতিত হয়। সুতরাং উৎপন্ন ভোল্টেজ আনুমানিক পরিমাণ অপেক্ষা কিছু অল্প হয়, যথা— $৭০$  ভোল্ট অল্টারনেটিং কারেন্ট হইতে কন্টিনিউয়াস কারেন্ট  $১০০$  ভোল্টের না হইয়া প্রায়  $৯৭$  বা  $৯৮$  ভোল্টের হয়, সেইরূপ  $১০০$  ভোল্টের কন্টিনিউয়াস কারেন্ট হইতে অল্টারনেটিং কারেন্ট  $৭০$  ভোল্টের না হইয়া প্রায়  $৬৮$  বা  $৬৯$  ভোল্ট হয়। উল্লিখিত সম্বন্ধ দুই-কেজ যন্ত্রের নিমিত্ত—D.C. ভোল্ট : A.C. ভোল্ট ::  $\sqrt{2} : ১$ । কিন্তু ৩কেজ যন্ত্র ব্যবহৃত হইয়া থাকে ইহাতে D.C. ভোল্ট : A.C. ভোল্ট ::  $\frac{২\sqrt{2}}{\sqrt{3}} : ১$ ।

উল্লিখিত যন্ত্রগুলি যে কেবলমাত্র অলটারনেটিং কারেন্টকে কন্টিনিউয়াস কারেন্টে পরিণত করে, তাহা নহে, নিম্নলিখিত ভাবে ইহারা কার্য করে

- (১) ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে অলটারনেটিং কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (২) অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে ডাইরেক্ট কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৩) ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে মোটরভাবে চলিবে।
- (৪) অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে সিংক্রনাস মোটরভাবে চলিবে।
- (৫) ইঞ্জিন দ্বারা চালিত হইলে ডাইরেক্ট কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৬) ইঞ্জিন দ্বারা চালিত হইলে অলটারনেটিং কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৭) ইঞ্জিন দ্বারা চালিত হইলে ডাইরেক্ট ও অলটারনেটিং উভয় প্রকার কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।
- (৮) ডাইরেক্ট কারেন্ট দিলে অলটারনেটিং কারেন্ট দিবে ও কার্য করিবে।
- (৯) অলটারনেটিং কারেন্ট দিলে ডাইরেক্ট কারেন্ট উৎপন্ন করিবে।

### কমিউটেটার-মোটর (Commutator Motor) :—

এখন দেখা যাউক কন্টিনিউয়াস কারেন্টের (কমিউটেটার বিশিষ্ট) মোটরকে অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা চালান যায় কিনা। কন্টিনিউয়াস কারেন্টের বেলায় দেখা যায়, মেনে'র সংযোজন উণ্টাইয়া দিলে মোটরের ঘূর্ণনের ব্যাঘাত ঘটে না, কারণ ইহাতে আমেচার ও ফিল্ড কয়েল উভয়ের মধ্য দিয়া প্রবাহের দিক যুগপৎ বিপরীত হইয়া যায়, সুতরাং আমেচার পূর্বের দিকেই ঘুরিতে থাকে। অতএব অলটারনেটিং কারেন্ট প্রযুক্ত হইলেও মোটরের ঘূর্ণনের ব্যাঘাত ঘটে না, কারণ কারেন্টের দিক পরিবর্তনের সহিত আমেচার ও ফিল্ড কয়েল উভয়ের মধ্যে কারেন্টের দিক যুগপৎ পরিবর্তিত হয়—সুতরাং মোটর সর্বদা একই দিকে ঘুরিবে, তবে ব্রাস দ্বারা সর্ট-সার্কিটেড কয়েলের মধ্যে প্রবাহের দিক পরিবর্তন কালে স্বীয় সম্ভাবন হেতু ব্রাস ও কমিউটেটারের মাঝে অত্যন্ত অগ্নিশুল্ক ঘটে। সুতরাং বাহ্যিক অলটারনেটিং কারেন্ট দ্বারা চালাইবার উপযুক্ত কমিউটেটার মোটরের চুম্বক অংশকে নিরেট লৌহে প্রস্তুত না করিয়া ল্যামিনেটেড লৌহে প্রস্তুত করা বিধেয়।

উক্ত প্রণালীতে সিরিজ মোটর বেশ চলিতে পারে এবং অংশাবলীর কিছু পরিবর্তন করিলে, যথা—ফিল্ড কয়েল-ব্যতীত পোল-পিসের মুখে খাঁজের মধ্যে ‘নিউট্রালাইজিং ওয়াইন্ডিং’ (Neutralizing winding) নামক কয়েল ব্যবহার করিলে এবং অগ্নিস্ফুল্লিজ রদের বিশেষ ব্যবস্থা করিলে ইহা এক ফেজের (Single phase) মোটররূপে সুচারুভাবে চলিতে পারে এবং ইলেকট্রিক রেলওয়েতে ব্যবহৃত হয়। সার্ট-মোটরের বেলায়—মেন’এ কারেন্ট ও ভোলটেজের দ্রুত হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তনের সহিত আর্মেচারের মধ্যে হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তন দ্রুত ঘটিতে থাকে, কিন্তু সার্ট-ফিল্ড কয়েলে অধিক সংখ্যক গুট থাকে বলিয়া উহাতে হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তন অতি দীর্ঘে দীর্ঘ হয়, ইহাতে রাজ্যের উত্তেজনার হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তন আত দীর্ঘে দীর্ঘ হয় এবং তাহা আর্মেচারের মধ্যে দ্রুত হ্রাস বৃদ্ধি ও দিক পরিবর্তনের কিছু ব্যাঘাত করে। এই কারণে ফেজের বিশেষ পার্থক্য ঘটে বলিয়া অতি অল্প ক্ষমতা উৎপন্ন হয়। এইজন্য এইরূপ মোটর অলটারনেটিং কারেন্টে ব্যবহার হয় না।

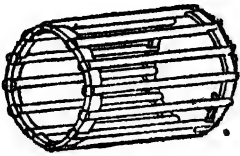
### ইণ্ডাকসান-মোটর।

এখন একটি নূতন রকমের মোটর বর্ণিত হইবে, ইহাকে ইণ্ডাকসান মোটর বা রাজ্য ঘূর্ণায়মান মোটর বলে। দেখা যাউক কি ভাবে ঘূর্ণায়মান রাজ্য উৎপন্ন হয়। যদি আড়াআড়ি ভাবে (অর্থাৎ  $৯০^\circ$  কোণ করিয়া) দুইটি কয়েল থাকে এবং তাহাদের মধ্যে দিয়া অলটারনেটিং কারেন্ট দেওয়া যায় এবং তাহাদের মধ্যে যদি সিকি-পিরিয়াড ফেজের পার্থক্য হয়, তাহা হইলে এই প্রকার প্রবাহদ্বয়ের সমন্বয়ে যে চুম্বক রাজ্য উৎপন্ন হয় তাহা ঘূর্ণায়মান হয়। এই ঘূর্ণায়মান চুম্বক রাজ্যের মাঝখানে একটি পরিচালক থাকিলে তাহাতে ই, এম, এক, সম্ভাবিত হয়, এবং সম্পূর্ণ পথ পাটলে প্রবাহ বহে। এই প্রবাহের দিক এইরূপ হয় যেন রাজ্যের ঘূর্ণন বন্ধ হয়।

কিন্তু যেহেতু রাজ্যের ঘূর্ণন বন্ধ হইতে পারে না, মধ্যস্থানে স্থিত পরিচালকটি রাজ্যের ঘূর্ণনের দিকে ঘুরিতে থাকিবে, যাহাতে পরস্পরের সহিত তুলনায় কাহারও স্থানান্তর না হয়। অতএব দেখা যায় পরিচালকটির মধ্যে সম্ভাবিত প্রবাহের ফল রাজ্যের ঘূর্ণনগতি হ্রাস করা এবং উহা রাজ্যের প্রাথমিক হ্রাস করে। যাহাই হউক, মধ্যস্থলে স্থিত ঐ পরিচালকটি বা আমেরচার, রাজ্যের ঘূর্ণনের দিকে সমগতিতে ঘুরিবার চেষ্টা করে, কিন্তু সমগতিতে ঘুরিতে পারে না—কারণ তাহা হইলে পরিচালকটির উপর কোনরূপ চুষক রাজ্যের পরিবর্তন ঘটবে না, অতএব ভোল্টেজ বা প্রবাহ সম্ভাবিত হইবে না, সুতরাং প্রবাহবিহীন পরিচালকের ঘুরিবার কোন কারণ থাকিবে না, ঘর্ষণাদি বাধা হেতু উহার গতি কমিয়া যাইতে থাকিবে। কিন্তু গতি একটু কমিলেই উহাতে চুষকরাজ্যের পরিবর্তন—ভোল্টেজ ও প্রবাহ সম্ভাবন হইবে ও তাহা হইতে ঘর্ষণাদি বাধা অতিক্রমকারী ঘূর্ণনবল পাইবে। এইভাবে যতক্ষণ কয়েলদ্বয়ে সিকি-পরিমিত ফেজ পার্থক্য বিশিষ্ট প্রবাহদ্বয় বহিবে, আমেরচারটি বরাবর ঘুরিবে। ভার যত অধিক হইবে, রাজ্যের সহিত তুলনায় আমেরচারের ঘূর্ণনগতি ততই অল্প হইবে, ফলে আমেরচারের মধ্যে সম্ভাবন ক্রিয়া তীব্র হয় ও উহাতে অধিক প্রবাহ উৎপন্ন হয় ও তদ্বারা অধিক ভার অতিক্রম করিতে সক্ষম হয়।

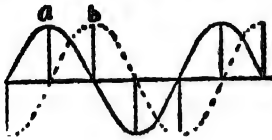
উল্লিখিত প্রণালীর মোটরকে ‘ইণ্ডাকসান-মোটর’ বলে, এবং যেহেতু ইহা সিংক্রনাস ভাবে চলে না, ইহাকে “এসিংক্রনাস” (Asynchronous) মোটরও বলে। ইহার আমেরচারের ঘূর্ণনগতি রাজ্যের ঘূর্ণনগতি অপেক্ষা অল্প হয়, এবং এই ঘূর্ণনগতিদ্বয়ের পার্থক্যকে ‘স্লিপ’ (Slip) বলে।

দুই ফেজ ইণ্ডাকসান-মোটর (Two phase Induction motor) :—রাজ্যভেদকে প্রথর করিবার জন্য ইহার বহির্ভাগ স্থিত অংশ ও অন্তর্ভাগস্থ ঘূর্ণনক্ষম অংশ উভয়েই লৌহ চাকতির দ্বারা গঠিত। অন্তর্ভাগস্থ ঘূর্ণনক্ষম আরমেচারটির উপর খাঁজ কাটা থাকে বা



ছিদ্র করা থাকে। এই খাঁজ বা ছিদ্রগুলির মধ্য দিয়া তার প্রবেশ করাইয়া দেওয়া হয়। এই তারগুলি পরস্পরের সহিত নানা রকমে সংযুক্ত হয়। ৫৮৮ চিত্রে এক প্রকারের

চিত্র—৫৮৮ সংযোগ পদ্ধতি দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে তারগুলির একই দিকের প্রান্ত সকল একটি করিয়া তাত্র বলয় দ্বারা পরস্পরের সহিত সংযুক্ত। এই প্রণালীতে বেষ্টিত আমেরচারকে ‘স্কুইরেল

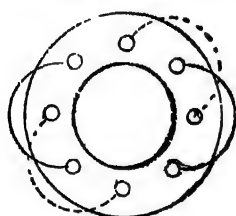


কেজ রোটার’ (Squirrel Cage Rotor) বলে। বহির্ভাগস্থ অংশটি বিভিন্নদিকের গাত্রে  $৯০^\circ$  ব্যবধানে চারিটি ছিদ্র থাকে, বিপরীত ছিদ্রদ্বয়ের মধ্যে একটি করিয়া (ঘূর্ণ য়মান রাজ্যেঃ)

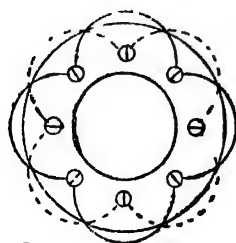
চিত্র—৫৮৯

কয়েল থাকে। এই কয়েলদ্বয়ের কেন্দ্রের সিকি-পিরিয়াদ পার্থক্য রাখিয়া দুইটি অল্টারনেটিং কারেন্ট দেওয়া হয়। এই দুই ফেজ বিশিষ্ট অল্টারনেটিং কারেন্টদ্বয়কে গ্রাফ দ্বারা লিপিবদ্ধ করিলে (চিত্র ৫৮৯) দৃষ্ট হইবে একটি কয়েলে (a) প্রবাহ যখন গরিষ্ঠ, অপরটিতে (b) প্রবাহ তখন শূন্য,— সুতরাং তখন প্রবাহবান্ (a) কয়েলের আড়াআড়ি দিকে রাজ্য উৎপন্ন হয়। পুনরায় b কয়েলে প্রবাহ যখন গরিষ্ঠ, a কয়েলে প্রবাহ তখন শূন্য, তখন b কয়েলের আড়াআড়ি দিকে রাজ্য সৃষ্ট হয়। অতএব দেখা যাইতেছে, a কয়েলে প্রবাহ গরিষ্ঠ হইয়া, b কয়েলে গরিষ্ঠ (বা a কয়েলে শূন্য) হইবার মধ্যে অর্থাৎ সিকি-পিরিয়াদে রাজ্য  $৯০^\circ$  ঘুরে, অর্থাৎ প্রতি পিরিয়াদে রাজ্য একবার সম্পূর্ণ ঘুরিয়া যায়। রাজ্যের এই ঘূর্ণন হেতু আমেরচারের পরিচালক তারগুলিতে প্রবাহ সম্ভাবিত হয় ও আমেরচার ঘুরিতে আরম্ভ করে। মোটর ভায়রুৎ না হইলে অর্থাৎ কেবল মাত্র ঘর্ষণাদি বাধা অতিক্রম করিয়া ঘুরিতে হইলে আমেরচারের ঘূর্ণন সংখ্যা

রাজ্যের ঘূর্ণন সংখ্যার সমান হয় বলিলেই চলে, কারণ প্রভেদ এত অল্প হয় যে তাহা স্পীডোমিটার প্রভৃতি দ্বারা ধরা যায় না। ভার প্রযুক্ত হইলে, ভার অনুযায়ী আমেরচারের ঘূর্ণনগতি কমিয়া যায়। যদি বিনা ভারে ঘূর্ণন মিনিটে ৪০০০ বার ও ভারযুক্ত হইলে মিনিটে ৩৬০০ বার হয়, তাহা হইলে  $\text{স্লিপ} = ৪০০ \text{ ঘূর্ণন বা বা শতকরা হিসাবে } ১০\%$ । আমেরচারের ঘূর্ণন, চুম্বক রাজ্যের ঘূর্ণনের সমান হয়। চুম্বকরাজ্যের ঘূর্ণন মেরুসংখ্যার উপর নির্ভব করে। দ্বিমেরু যন্ত্রে প্রবাহের প্রতি স্পন্দনে বা পিরিয়োডে চুম্বক রাজ্য একবার ঘুরে। সুতরাং চুম্বক রাজ্য বা আমেরচারের ঘূর্ণন সংখ্যা পিরিয়োড সংখ্যার সমান। এই প্রকার যন্ত্রের বিষয় উপরে বলা হইয়াছে। ৪ মেরু বা ৬-মেরু যন্ত্র হইলে, প্রবাহের একবার স্পন্দনে চুম্বক-রাজ্য  $\frac{১}{২}$  বা  $\frac{১}{৩}$  অংশ ঘুরে, সুতরাং প্রবাহের ২ বা ৩ বার স্পন্দনে চুম্বকরাজ্য একবার



চিত্র—৫২০



চিত্র—৫২১

ঘুরে অর্থাৎ উপরে বর্ণিত যন্ত্রটি ৪ মেরু বিশিষ্ট হইলে বিনা ভারে ইহার আমেরচার মিনিটে ২০০০ বার বা ৮ মেরু বিশিষ্ট হইলে মিনিটে ১০০০ বার ঘুরিত। এই প্রণালীর মোটর-গুলি সচরাচর ৪, ৬ বা ততোধিক মেরুবিশিষ্ট হয়। ৪-মেরু যন্ত্রের রাজ্য-চুম্বকের কয়েল প্রণালী ৫২০ ও ৫২১ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে। চিত্রদ্বয় হইতে দৃষ্ট হইবে, ৮টি খাঁজ প্রয়োজন। ৫২০ চিত্রে কয়েল একপভাবে সজ্জিত যে কন্সিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট চুম্বক উৎপন্ন হয়। ইহাতে ৪টি কয়েল আছে, প্রতি ফেজে ২টি করিয়া, টানা রেখার দ্বারা দর্শিত কয়েলদ্বয় এক ফেজের ছিন্ন রেখার দ্বারা

দর্শিত কয়েলদ্বয় অপর ফেজের। কয়েলগুলি একপভাবে সজ্জিত যে

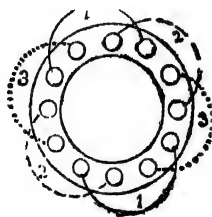
কয়েল-আবৃত স্থানে একইরূপ মেরু সৃষ্ট হয়, সুতরাং কয়েলদ্বয়ের আড়া-আড়ি স্থানদ্বয়ে বিপরীত মেরু সৃষ্ট হয়। এইজন্য ইহাকে কম্বিকোয়েন্ট মেরুবিশিষ্ট চুম্বক বলে। ৫৯১ চিত্রে বিপরীত মেরুগুলিও কয়েল দ্বারা সৃষ্ট, সেইজন্য ৪ মেরুর নিমিত্ত প্রতি ফেজে ৪টি করিয়া ২ ফেজে মোট ৮টি কয়েল ব্যবহৃত হইয়াছে।

**তিন-ফেজ কারেন্ট ও মোটর :—**তিন-ফেজের

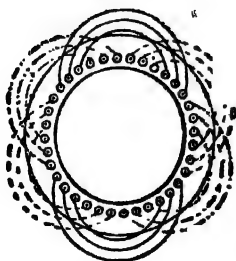
কারেন্ট দ্বারাও ঘূর্ণায়মান রাজ্য উৎপন্ন হইতে পারে। তিনটি কয়েলকে পরস্পরের সহিত  $120^\circ$  'কোণে' সজ্জিত করিয়া উহাদের মধ্য দিয়া ৩ পিরিয়াড ফেজের পার্থক্য রাখিয়া প্রবাহ দিলে



চিত্র—৫৯২



চিত্র—৫৯৩



চিত্র—৫৯৪

তিন ফেজ বিশিষ্ট কারেন্ট হইল। এইরূপ কারেন্ট তিনটি ৫৯৩ চিত্রে গ্রাফ দ্বারা লিপিবদ্ধ হইয়াছে। তিন-ফেজ বিশিষ্ট কারেন্টের প্রতি পিরিয়াডে চুম্বকরাজ্য একবার ঘুরে। তিন-ফেজ কারেন্টের মোটরগুলি সচরাচর দ্বি-মেরু যন্ত্র হয় না, ৪, ৮ বা ততোধিক মেরু বিশিষ্ট হয়। ৫৯৫ চিত্রে কম্বিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট ৪-মেরু যন্ত্রের রাজ্য চুম্বক ও তাহার কয়েল প্রণালী দর্শিত হইয়াছে। ইহাতে প্রত্যেক ফেজের কারেন্টের জন্য ঠিক বিপরীত দিকে দুইটি করিয়া এইরূপে তিনটি ফেজের কারেন্ট ত্রয়ের জন্য ৬টি কয়েল আছে (টানা রেখা, ছিন্ন রেখা ও বিন্দু রেখা দ্বারা দর্শিত),

সুতরাং ইহাতে ১২টি খাঁজের প্রয়োজন হয়। আবার কোন স্থলে প্রত্যেক



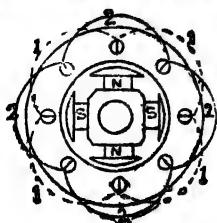
কয়েলের জন্ত দুইটি করিয়া খাঁজ না হইয়া ৪, ৬ বা ততোধিক খাঁজ থাকিতে পারে, যথা, ৫৯৪ চিত্রে প্রত্যেক কয়েলের জন্ত ৬টা খাঁজ আছে—অর্থাৎ একসঙ্গে তিনটি করিয়া কয়েল একত্র একটি কয়েলের কার্য্য করিতেছে। কম্বিকোয়েন্ট মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে কয়েলগুলির দ্বারা আবৃত স্থানগুলিতে একই প্রকার মেরু সৃষ্ট হয় ও কয়েলের বহির্ভাগে বিপরীত (কম্বিকোয়েন্ট) মেরুগুলি সৃষ্ট হয়। আর যদি সকল মেরুগুলিই কয়েল দ্বারা উৎপন্ন হয় তাহা হইলে প্রত্যেক মেরুর নিমিত্ত একটি কয়েল প্রয়োজন হয়। স্কুইরেল-কেজ রোটর ইহাতে ব্যবহার হয়। ইহার তার জড়াইবার পদ্ধতি ‘দুই-ফেজ’ মোটর হইতে পৃথক এবং ইহার গঠনও কিছু ভিন্ন, নতুবা কাণ্য হিসাবে ইহাদের মধ্যে কিছুই প্রভেদ ঠিক করা যায় না।

**বহু ফেজ-কারেন্ট (Multi-phase or Polyphase current) :**—দুই-ফেজ কারেন্ট প্রস্তুত করিতে হইলে এক-ফেজ কারেন্ট উৎপাদক দুইটি একই প্রকার অন্টারনেটারের স্থির আমেচারদ্বয়কে একই সাফটে একপভাবে (একটিকে অপারটির মেরু ব্যবধানের অর্ধেক ঘুরাইয়া) আবদ্ধ করিতে হয় যেন একটির মেরুসকল অপারটির মেরু সকলের ব্যবধানের মাঝে পড়ে। সুতরাং দ্বি-মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে একটির মেরুদ্বয় বা মেরু উৎপাদক কয়েলদ্বয় হইতে  $90^\circ$  বা সিকি পাক ঘুরিয়া বসিবে, অথবা ৪-মেরু বিশিষ্ট যন্ত্র হইলে একটির মেরু চতুষ্টয় বা মেরু উৎপাদক কয়েল সকল অপারটির মেরু চতুষ্টয় বা মেরু উৎপাদক কয়েল সকল হইতে  $84^\circ$  বা ১ পাকের অষ্টমাংশ ঘুরিয়া বসিবে। এইভাবে তিন-ফেজ কারেন্টও উৎপন্ন হইতে পারে—ইহাতে একই সাফটে তিনটি সমান আমেচার আবদ্ধ করিতে হইবে এবং দ্বি-মেরু যন্ত্র হইলে একটি আমেচারের মেরু সকলের অপার আমেচারের মেরু সকল হইতে  $60^\circ$  সরাইয়া দিতে হইবে বা ৪-মেরু যন্ত্র হইলে একটি আমেচারের মেরু সকলকে অপারটির মেরু সকল হইতে  $30^\circ$  বা ১ পাকের

সামান্য ঘুরাইয়া দিতে হইবে এইরূপে বহু বা পলিফেজ কারেন্টের যন্ত্র ব্যবহার হয়।

দ্রষ্টব্য :—উপরে বিভিন্ন ফেজের মেরু সকলের মধ্যে ব্যবধান ‘কোণ’ দ্বারা পরিমিত হইয়াছে। মেরু সকলের মধ্যে কৌণিক ব্যবধান বলিতে কোন ফেজের কোন একটি মেরু ও তাহার বিপরীত দিকে তদীয় বিপরীত মেরুকে সংযোগ করিলে যে সরল রেখা হয় সেই প্রকার সরলরেখাগুলি টানিলে পৃথক ফেজের সান্নিহিত রেখাদ্বয়ের মধ্যে যে ‘কৌণিক’ ব্যবধান তাহাষ্ট মেরুদ্বয়ের মধ্যে ব্যবধান। এই নিমিত্ত মেরু সকলের মধ্যে ব্যবধান ‘কোণ’ দ্বারা প্রকাশিত হইয়াছে।

উল্লিখিত ভাবে বহুসংখ্যক আরমেচার না লইয়া বহু-ফেজ মোটরের ত্রায় একই আরমেচারে বিভিন্ন ফেজের জন্ত পৃথক পৃথক কয়েলের সেট ব্যবহার করিলে আরও সহজে বহুফেজ কারেন্ট প্রস্তুত হইতে পারে। এই উপায়ে দুই-ফেজ কারেন্ট প্রস্তুত করিতে হইলে প্রতি ফেজের কারেন্টের জন্ত দুই-মেরু যন্ত্রে দুইটি করিয়া মোট চারিটি কয়েল আবশ্যক এবং এক ফেজের কয়েলদ্বয়কে অল্প ফেজের কয়েলদ্বয়ের সহিত  $৯০^\circ$  ব্যবধানে স্থাপিত করিতে হইবে। কনসিকোয়েণ্ট মেরুবিশিষ্ট চারি-মেরু যন্ত্র হইলেও প্রতি ফেজে দুইটি করিয়া দুই ফেজে মোট চারিটি কয়েল আবশ্যক, কিন্তু এক ফেজের কয়েলদ্বয়কে অল্প ফেজের কয়েলদ্বয় হইতে একদিকে  $৪৫^\circ$  অপরদিকে  $১৩৫^\circ$  ব্যবধানে স্থাপিত করিতে হইবে,



চিত্র—৫১৫

স্পষ্টই দেখা যায়, এক ফেজের কয়েল চতুর্ভুজ হইতে অপর ফেজের কয়েল

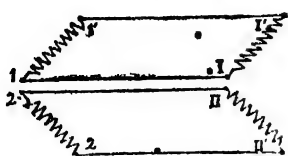
কারণ চারি মেরুর পরস্পরের মধ্যে ব্যবধান  $৯০^\circ$ , সুতরাং এক ফেজের কয়েল হইতে অপর ফেজের কয়েলের ব্যবধান  $৪৫^\circ$  হওয়া প্রয়োজন। আর যদি প্রতি মেরুর জন্ত একটি করিয়া কয়েল, এইভাবে চারি মেরুর জন্ত ত্রিটি ফেজে চারিটি করিয়া কয়েল থাকে, তাহা হইলে

চতুষ্ঠয়ের ব্যবধান  $85^\circ$  হইবে। এই প্রকার দুই-ফেজ কারেন্ট উৎপাদক “পলিফেজ” অল্টারনেটার ৫৯৫ চিত্রে দর্শিত হইয়াছে, ইহাতে ১ চিহ্নিত ছিন্ন রেখা দ্বারা নির্দিষ্ট কয়েল চারিটি এক ফেজের, ২ চিহ্নিত টানা রেখার দ্বারা নির্দিষ্ট কয়েল চারিটি অপর ফেজের।

এই প্রণালী অনুযায়ী তিন-ফেজ কারেন্ট ও খুব সহজে প্রস্তুত হইতে পারে। ইহাতে স্থির আয়মেচারের লৌহটিতে তিনটি ফেজের জন্য তিনটি সেট পৃথক কয়েল থাকা প্রয়োজন। দ্বি-মেরু যন্ত্র হইলে, প্রতি ফেজে দুইটি করিয়া মোট ছয়টি কয়েল থাকিবে এবং এক ফেজের কয়েল অপর ফেজের হইতে  $60^\circ$  ব্যবধান থাকিবে। ‘চারি-মেরু’ যন্ত্র হইলে, প্রত্যেক মেরু, কয়েল দ্বারা উৎপাদিত হইলে, প্রতি ফেজে চারিটি করিয়া মোট বারটি কয়েল থাকিবে। আর কনসিকোরেণ্ট মেরু বিশিষ্ট হইলে, প্রতি ফেজে দুইটি করিয়া মোট ছয়টি কয়েল থাকিবে, এবং একফেজের কয়েল হইতে অপর ফেজের কয়েল  $30^\circ$  ব্যবধানে থাকিবে। অতএব এই সকল হইতে দেখা যায় যে ‘বহু-ফেজ’ অল্টারনেটারের স্থির আয়মেচারের কয়েল বা খাঁজের সংখ্যা পরিবদ্ধিত করিতে হয়। উপসংহারে বলিয়া রাখা উচিত এক-ফেজ যন্ত্র অপেক্ষা বহু-ফেজ যন্ত্রের কার্যকারিতা অধিক, দেখা গিয়াছে এক-ফেজ ভাবে বেষ্টিত (কয়েল) যে যন্ত্র ৭০৮০ “কিলোওয়াট” ক্ষমতা উৎপন্ন করে তাহা বহুফেজ ভাবে ১০০ “কিলোওয়াট” পর্য্যন্ত ক্ষমতা দিতে সক্ষম হয়।

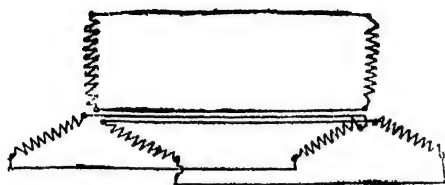
**বহু-ফেজ কারেন্ট সরবরাহ :-** বহুফেজ অল্টারনেটারের কারেন্ট সম-বহু-ফেজ মোটরে প্রযুক্ত হইলে অল্টারনেটারের এক এক ফেজের কয়েলকে মোটরের এক এক ফেজের কয়েলের সহিত পৃথক ভাবে সংযুক্ত করা যাইতে পারে। ইহাতে প্রত্যেক ফেজের কয়েলের জন্য দুইটি করিয়া “মেন” (তার) প্রয়োজন হইবে, যথা দুই-ফেজে চারিটি, চিত্র ৫৯৬, তিন-ফেজে ছয়টি, চিত্র ৫৯৭।

এই চিত্রদ্বয় হইতে আরও দুই হইবে, দুই-ফেজ যন্ত্রের এক ফেজের



চিত্র—৫২৬

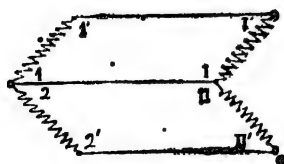
কয়েল অপর ফেজের কয়েলের সহিত 'সমকোণ' করে, চিত্রেও ১, ১' কয়েল ২, ২' কয়েলে 'সমকোণে' স্থাপিত এবং তিন-ফেজ যন্ত্রে এক ফেজের কয়েল অপর কয়েলের সহিত ১২০° 'কোণ' করে



চিত্র—৪২৭

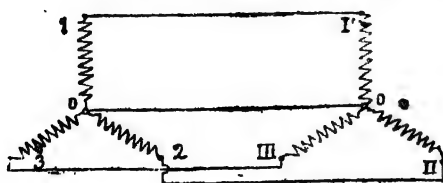
চিত্রেও কয়েল তিনটি পরস্পরের সহিত ১২০° 'কোণ' করিতেছে। আবার উক্ত প্রকার সরবরাহ কার্যে দুই-ফেজের বেলায় দুইটি

মেন'কে ও তিন-ফেজের বেলায় তিনটি মেন'কে একত্র একটি করা যাইতে পারে, চিত্র ৫২৮ ও ৫২৯। এই উদ্দেশ্যে ১১' কয়েলের ১ সীমা ২০'



চিত্র—৫২৮

কয়েলের ২ চিহ্নিত সীমার সহিত সংযুক্ত করিতে হয় ও ঠিক এইরূপে মোটরের I ও II চিহ্নিত সীমাদ্বয়কে একত্র সংযোগ করিতে হয়, পরে ঐ সংযোগ স্থানদ্বয়কে একটি তার দ্বারা সংযুক্ত

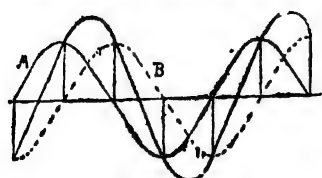


চিত্র—৫২৯

করিতে হয়। এই প্রণালী অনুসারে, তিন ফেজ কারেন্টের বেলায় অল্টারনেটরের কয়েল তিন সেটের চিহ্নিত প্রান্তদ্বয়

একত্র ও মোটরের কয়েল তিন সেটের ০ চিহ্নিত প্রান্তদ্বয় একত্র সংযুক্ত করিয়া ঐ সংযোগ স্থানদ্বয়কে একটি তার দ্বারা সংযুক্ত করিলেই চলিবে এবং পরে প্রমাণিত হইবে এই তারটি প্রয়োজন হয় না, চিত্র ৬০২। অতএব দেখা যাইতেছে তিনটি তার দ্বারা ই দুই বা তিন-ফেজ কারেন্ট সরবরাহ হইতে পারে।

এখন দেখা যাউক, মাঝের তারটি কিসের স্থূলতা হওয়া প্রয়োজন, অর্থাৎ উহার মধ্য দিয়া কি পরিমাণ প্রবাহ বহে, এবং উহাতে কিসের ভোল্টেজ হয়। দুই-ফেজ প্রবাহের বেলায়—যেহেতু প্রবাহদ্বয়ের মধ্যে সিকি-পিরিয়াড ( $৯০^\circ$ ) ফেজের ব্যবধান থাকে—উভয়ের মধ্যে প্রবাহ একই সময়ে গরিষ্ঠ বা লঘিষ্ট হইতে পারে না, একটিতে প্রবাহ ষখন গরিষ্ঠ, অপরটিতে তখন লঘিষ্ট এবং মাঝের তারটির মধ্য দিয়া উভয় প্রবাহের সমষ্টি প্রবাহিত হয়। এখন এই প্রবাহদ্বয়কে গ্রাফে লিপিবদ্ধ করিয়া তাহাদের সমষ্টির ‘গ্রাফ’ লিপিবদ্ধ করিলে (চিত্র ৬০০ A ও B প্রবাহদ্বয়, অপর রেখাটি তাহাদের সমষ্টির গ্রাফ) দৃষ্ট হইবে প্রবাহদ্বয়ের সমষ্টি একটির  $\sqrt{২}$



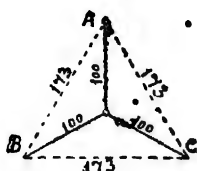
চিত্র—৬০০

বা  $১.৪১$  গুণ। এবং আরও দেখা যায় প্রবাহের সমষ্টির গরিষ্ঠ পরিমাণ একটি প্রবাহের গরিষ্ঠের  $১.৪১$  গুণ এবং সমষ্টির কার্যকরী পরিমাণও (Effective current) একটি কার্যকরী পরিমাণের

$১.৪১$  গুণ এবং ঠিক এইরূপ ভোল্টেজের পক্ষেও সমষ্টি গরিষ্ঠ বা কার্যকরী পরিমাণ একটির গরিষ্ঠ বা কার্যকরী পরিমাণের  $১.৪১$  গুণ। অতএব দেখা যাইতেছে মাঝের তারটি পার্শ্বের তারের  $১.৪১$  গুণ বা প্রায় দেড় গুণ মোটা হওয়া প্রয়োজন।

তিন-ফেজের বেলায় কয়েল তিনটি পদার্থের সহিত  $১২০^\circ$  ‘কোণে’ অবস্থিত, সুতরাং তাহাদিগকে ৬০° চিত্রে দর্শিত ভাবে আঁকিলে দৃষ্ট হইবে

যে কোন দুইটির সমন্বয়ে ১'৭৩ গুণ ভোল্টেজ উৎপন্ন হয়, সুতরাং পার্শ্বের  
যে কোন দুইটি তারের মধ্যে ভোল্টেজ ১'৭৩ গুণ হয় কিন্তু মাঝের



চিত্র—৬.০১

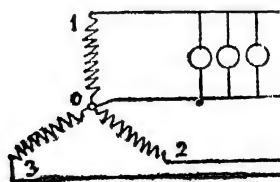


চিত্র—৬.০২

সংযোজক তারটিতে কিছুই ভোল্টেজ (অতএব প্রবাহ) থাকে না,  
কারণ যে কোন দুইটির সমন্বয়ে অপরটির বিপরীত দিকে সম পরিমাণ  
বিপরীত ভোল্টেজ হয়। সুতরাং মাঝের তারটি ব্যবহার না  
করিলেও চলে, অবশ্য যদি কেবলমাত্র (তিন-ফেজের) মোটর  
চালাইতে হয়। কিন্তু যদি আলোকও জ্বালাইতে হয় তাহা হইলে মাঝের



চিত্র—৬.০৩

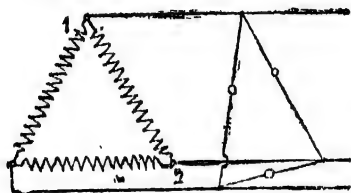


চিত্র—৬.০৪

তারটি প্রয়োজন হয়, এরূপ স্থলে মোটরটি বাহিরের তার তিনটির সহিত  
সংযুক্ত হয় এবং আলোকগুলি মাঝের ও একটি করিয়া বাহিরের তারের  
সহিত (অর্থাৎ এক-ফেজের কয়েলে) সংযুক্ত হয়, চিত্র ৬.০৩। অতএব  
মোটরটি ১৭৩ ভোল্টের হইলে আলোকগুলি ১০০ ভোল্টের উপযোগী হওয়া  
প্রয়োজন। সচরাচর উক্ত প্রণালীতে প্রতি ফেজে ১১০ ভোল্ট উৎপন্ন হয়,  
সুতরাং মোটরটি প্রায় ১২০ ভোল্টের উপযোগী হওয়া প্রয়োজন। বলা  
বাহ্য্য প্রতি ফেজে তার সমান থাকিলে মাঝের তারে প্রবাহ বহিবে না,

কিন্তু যদি কোন ফেজে অধিক সংখ্যক আলোক ব্যবহৃত হয়, তাহা হইলে অল্পগুলি অপেক্ষা উহাতে অধিক প্রবাহ বহিবে এবং প্রবাহের পার্থক্য মাঝের তারটি দিয়া বহিবে, এমন কি যদি কেবলমাত্র একটি ফেজে কতকগুলি আলোক থাকে ও অপরগুলিতে আলোক না থাকে, চিত্র ৬০৪, তাহা হইলে ঐ ফেজে প্রবাহিত সমস্ত প্রবাহ মাঝের তার দিয়া বহিবে।

উপরে কয়েলগুলির যে প্রকার সন্নিবেশ দর্শিত হইল তাহাকে 'ষ্টার' (star তার) কনেকসান বলে, কারণ ইহাতে তারা হইতে রশ্মি যেমন চারিদিকে ছড়াইয়া পড়ে সেইভাবে কেন্দ্র হইতে কয়েলগুলি চতুর্দিকে প্রসারিত হইতেছে। ইহা বাতীত আর এক প্রকার সন্নিবেশন আছে তাহাকে 'মেশ' (mesh জালতি) কনেকসান বলে। ইহাতে কয়েলগুলি একরূপভাবে



চিত্র - ৬০৫

সাজান হয় যেন একটি জালতি বা ফাঁস প্রস্তুত করে, চিত্র ৬০৫; এই চিত্র হইতে প্রথমেই অনুমিত হইবে কয়েলগুলি নিজেদের মধ্য দিয়া সর্ট-সার্কিটেড, উহাদের মধ্য দিয়া

অত্যন্ত অধিক প্রবাহ বহিবে; কিন্তু তাহা নহে। পূর্বের হিসাব অনুযায়ী একটির ভোল্টেজ অপর দুইটির ভোল্টেজ দ্বারা নাশ হয়। এই সংযোজনে বাহিরের দুইটি তারের মধ্যে ভোল্টেজ এক-স্নেজ ভোল্টেজের সহিত সমান, কিন্তু কারেন্ট একটি ফেজ কারেন্টের ১.৭৩ গুণ। 'ষ্টার' কনেকসানে বাহিরের তারদ্বয়ের মধ্যে ভোল্টেজ 'ফেজ ভোল্টেজের' ১.৭৩ গুণ, কিন্তু প্রবাহ ফেজ প্রবাহের সমান।

## সম্ভবিত্ব পরিচয়

**ইউনিট বা মান স্বরূপ এক এবং পরিমাপ** (Unit and Measure)—কোনও কিছু মাপতে হইলে ঐ প্রকারের জিনিষের নির্ধারিত কিয়দংশকে “এক” বলিয়া ধরিয়া লওয়া হয়, ইহাকেই ইউনিট বা মান স্বরূপ এক বলে। বিভিন্ন প্রকারের মাপের জন্য বিভিন্ন নামের ইউনিট বা একক ব্যবহার হয়, যথা—দৈর্ঘ্য মাপিতে এক ‘গজ’, ওজন মাপিতে এক ‘পাউন্ড’, সময় মাপিতে এক ‘ঘণ্টা’ ইত্যাদি।

আবার পরিমাপ্য বস্তুর লম্ব ও ঠিক অমুযায়ী পরিমাপক “এক”কে নির্ধারিত এক অপেক্ষা কিয়দংশ লম্ব বা কিয়ংশ গুণ করিয়া লইতে হয়, যথা—কৃত ক্ষুদ্র দূরত্ব মাপিতে গজের এক তৃতীয়াংশ ( $\frac{1}{3}$ ) ফুট—অথবা তদপেক্ষা ক্ষুদ্র, ফুটের এক দ্বাদশাংশ ( $\frac{1}{12}$ )—ইহা ব্যবহার হয়, আবার বৃহৎ দৈর্ঘ্য মাপিতে মাইল—গজের ১৭৬০ গুণ ব্যবহার হইয়া থাকে।

একক অমুযায়ী পরিমাপ প্রকাশক সংখ্যার বিপরীত পরিবর্তন :—

পরিমাপক এককের পরিমাপ কোনরূপে পরিবর্তিত হইলে পরিমাপ প্রকাশক সংখ্যার পরিমাপ বিপরীত ভাবে পরিবর্তিত হয়, যথা—ফুটকে একক ধরিয়া যদি কোন দৈর্ঘ্য ১২ ফুট হয়, তাহা হইলে ফুটের তিনগুণ গজকে একক ধরিলে উহা চারি গজ (১২র তৃতীয়াংশ,  $\frac{1}{3}$ ) হইবে আবার ফুটের দ্বাদশাংশ ইঞ্চিকে একক ধরিলে উহা ১৪৪ ইঞ্চি (১২র ১২ গুণ) হইবে। অর্থাৎ একক যত বড় হইবে, পরিমাপ্যের পরিমাণ ততই অল্প সংখ্যায় প্রকাশিত হইবে।

**মৌলিক ইউনিট (Fundamental units) :—**সমস্ত ভাগ্যতিক পরিমাপ তিনটি স্বতঃসিদ্ধ ইউনিট হইতে প্রাপ্ত হওয়া যায়, যথা :—(১) দৈর্ঘ্য, (২) পদার্থ, (৩) সময়। ইহারা যথার্থই স্বতঃসিদ্ধ কারণ ইহাদের পরিচয় এত র্তনপ্রকার ইউনিট অপেক্ষা সহজ হওয়া সম্ভবপর নহে। ইহাদের মধ্যে পদার্থের পরিমাণ ওজন দ্বারা পরিমিত হয়।

ভিন্ন ভিন্ন দেশ বা জাতি হিসাবে এগুলি বিভিন্ন এককে পরিমিত হয়, যথা :—দৈর্ঘ্য মাপিতে ব্রিটিশের ইয়ার্ড (yard) বা গজ ব্যবহার করে। এই গজ একটি ব্রোনজ্ বাত্ নির্মিত দণ্ডে ৬০০ ফা (60০ F.) তত্ত্বায় অঙ্কিত হইয়া ব্রিটিশ স্ট্যান্ডার্ড অফিসে রক্ষিত আছে। ফরাসী একক ধারা ক্রমান্বয়ে দশ অংশ করিয়া পরিবর্তিত হয়, যথা—ডেসি=১/১০, সেন্টি=১/১০০, মিলি=১/১০০০, ডেকা=১০, হেক্টো=১০০, কিলো=১০০০।



ফরাসীরা মিটার (Metre) ব্যবহার করে। এই মিটার পৃথিবীর জাখিমা বৃত্তের ( $\frac{1}{2}$  meridian = from pole to the equator) ১০০০০০ অংশের এক অংশ। এই মাপটি প্লাটিনাম দণ্ডে ০° সে (০° C.) তপ্ততার অঙ্কিত হইয়া ফরাসী আর্কিভ্জে রক্ষিত আছে।

ওজন মাপিতে ব্রিটিশেরা পাউণ্ড (Pound) ব্যবহার করে। ইহা একতাল প্লাটিনামের ওজন। ঐ প্লাটিনাম তালটী ষ্ট্যাণ্ডার্ড অফিসে শিশির মধ্যে রক্ষিত আছে। ফরাসীরা গ্র্যাম (Gramme) ব্যবহার করে। এই গ্র্যাম ৪° 'সে' তপ্ততার ১ ঘন সেন্টিমিটার জলের ওজন।

সমস্ত প্রায় সর্বত্রই সৌর দিবস (Solar day) ও তাহার অংশ ঘণ্টা, মিনিট, সেকেন্ড ইত্যাদি দ্বারা পরিমিত হয়।

### দৈর্ঘ্য মাপের তালিকা :—

ব্রিটিশ প্রণালী :—		ফরাসী প্রণালী :—	
১২ ইঞ্চিতে	১ ফুট	১০ মিলিমিটারে	১ সেন্টিমিটার
৩ ফুটে	১ গজ	১০ সেন্টি মিটারে	১ ডেসিমিটার
১৭৬০ গজে	১ মাইল	১০ ডেসিমিটারে	১ মিটার
—		১০ মিটারে	১ ডেকা মিটার
৬ ফুটে	১ ক্যান্ডম্	১০ ডেকা মিটারে	১ হেক্টো মিটার
২২০ গজে	১ ফার্লং	১০ হেক্টোমিটারে	১ কিলো মিটার

### ওজন মাপের তালিকা :—

ব্রিটিশ প্রণালী :—		ফরাসী প্রণালী :—	
৬০ গ্রেণে	১ ড্রাম্	১০ মিলিগ্রামে	১ সেন্টিগ্রাম্
১৬ ড্রামে	১ আউন্স	১০ সেন্টিগ্রামে	১ ডেসিগ্রাম্
১৬ আউন্সে	১ পাউণ্ড	১০ ডেসিগ্রামে	১ গ্রাম্
২৮ পাউণ্ডে	১ কোয়ার্টার	১০ গ্রামে	১ ডেকাগ্রাম্
৪ কোয়ার্টারে	১ হম্বর	১০ ডেকাগ্রামে	১ হেক্টোগ্রাম্
২০ হম্বরে	১ টন	১০ হেক্টোগ্রামে	১ কিলোগ্রাম্

### সমস্ত মাপিবার প্রণালী :—

৬০ সেকেন্ডে	১ মিনিট	৩৬৫ দিনে	১ বৎসর
৬০ মিনিটে	১ ঘণ্টা	১০০ বৎসরে	১ শতাব্দী
২৪ ঘণ্টায়	১ দিন		

ইহাদ্বয়ের মধ্যে ইঞ্জিনিয়ারিং কার্যে সচরাচর ফুট, পাঃ ও সেঃ দ্বারা যথাক্রমে দৈর্ঘ্য, ওজন ও সময় পরিমিত হয়। একপ পরিমাপের নাম ফুট-পাউন্ড-সেকেন্ড প্রণালী (ফু-পা-সে, F. P. S. System) বা ব্রিটিশ গণনা রীতি। বৈজ্ঞানিক গবেষণা কার্যে সচরাচর সেন্টিমিটার, গ্রাম ও সেকেন্ড দ্বারা যথাক্রমে দৈর্ঘ্য, ওজন ও সময় মাপা হয়। এই প্রণালীকে 'সি-জি-এস' C. G. S. System বা বৈজ্ঞানিক প্রণালী বলে।

### স্থান মাপিবার একক :-

- ১ ফুট  $\times$  ১ ফুট = ১ বর্গ ফুট ( 1 Sq. Ft. ) ব্রিটিশ প্রণালী।  
১ সেন্টিমিটার  $\times$  ১ সেন্টিমিটার = ১ বর্গ সেন্টিমিটার ( 1 sq. cm. ) C.G.S.

### আয়তন মাপের একক :-

- ১ ফুট  $\times$  ১ ফুট  $\times$  ১ ফুট = ১ ঘন ফুট ( 1 Cub. Ft. ) ব্রিটিশ প্রণালী।  
১ সেঃ মিঃ  $\times$  ১ সেঃ মিঃ  $\times$  ১ সেঃ মিঃ = ১ ঘন সেঃ মিঃ ( 1 cub. cm. ) C. G. S.

### ধারাত্বকরণ তালিক (Conversion Table) —

ব্রিটিশ হইতে সি, জি, এস—দৈর্ঘ্য ১ ইঞ্চি = ২.৫৪ সেন্টিমিটার। ১ ফুট = ৩০.৪৭৯৭ সেঃ মিঃ। ১ মাইল = ১৬০৯.৩ মিটার।

সি. জি. এস হইতে ব্রিটিশ—(১) সেন্টিমি = ৩.৯৩৭ ইঞ্চি। ১ মিটার = ৩৯.৩৭ ইঞ্চি। ২ কিলো মি = ৬২১৬.৮ মাইল। (২) বস্তুসমষ্টি বা ওজন,—১ গ্রেণ = ০.০৬৮ গ্রাম। ১ আউন্স = ২৮.৩৪৯০ গ্রাম। ১ পাঃ = ৪৫৩.৫৯ গ্রাম। ১ গ্রাম = ১৫.৪৩২ গ্রেণ। ১ গ্রাম = ০.০২২০৪৬ পাঃ। (৩) বর্গ—১ বর্গ ইঞ্চি = ৬.২৫১৫ বর্গ সেন্টিমি। ১ বর্গ সেন্টিমি = ০.৬১ ঘন ইঞ্চি। (৪) ঘন—১ ঘন ইঞ্চি = ১৬.৩৮৭ ঘন সেন্টিমি। ১ ঘন ফুট = ২৪৩১৬ ঘন সেন্টিমি। ১ ঘন সেন্টিমি = ০.৬১ ঘন ইঞ্চি। ১ লিটার = ৬১.০২৭ ঘন ইঞ্চি।

### গতি বিজ্ঞান (Dynamics)।

বস্তুর অবস্থা—স্থিতি ও চলন ( Rest and Motion )—জগতের সমস্ত বস্তুই স্থির বা চলন্ত এই দুইটী অবস্থার মধ্যে একটি অবস্থার অন্তর্গত। যখন কোন বস্তু তাহার চতুর্দিকস্থ বস্তু সমূহের সহিত তুলনায় কোনরূপ স্থান পরিবর্তন করিতেছে না তখন ঐ বস্তুটী ঐ সকল বস্তুর নিকট স্থির অবস্থায় আছে বলা হয়; যখন উহা স্থান পরিবর্তন করিতেছে, উহাদের সহিত তুলনায় ইহাকে চলন্ত বলা হয়।

বেগ ( Speed )—একক সময়ের মধ্যে যতটা দূরত্ব চলিয়া যায়

তাহাকে বেগ বলে। ইহা ফুট-সেকেণ্ড অথবা মাইল-ঘণ্টা দ্বারা মাপা হয়, যথা :—সেকেণ্ডে ৫ ফুট বা ৫ ফু-সে, (FS) ঘণ্টায় ২০ মাইল বা ২০ মা-ঘ (mh)।

**গতি ( Velocity )**—দিগ্বিশিষ্ট অর্থাৎ কোনও নির্দিষ্ট দিকের বেগকে গতি বলে। যথা,—ঘণ্টায় ১৫ মাইল পূর্বদিকে বা বম্বে হইতে মাদ্রাজে। অতএব গতির দুইটা অংশ, (১) বেগ বা পরিমাণ, (২) দিক।

গতি দুই প্রকারের, একভাব বা পরিবর্তনশীল। যখন গতির দিক ও পরিমাণ কোনটাই বদলাইতেছে না অর্থাৎ সকল সময়ে একই দিকে সমবেগে যাইতেছে তখন তাহাকে একভাব গতি ( Uniform Velocity ) বলে। আর যখন দিক অথবা পরিমাণ বা দুইটাই বদলাইতেছে তখন তাহাকে পরিবর্তনশীল গতি ( Variable Velocity ) বলে।

**গতি পরিবর্তন ( Acceleration )**—পরিবর্তনশীল গতির পরিবর্তনের হারকে গতি-পরিবর্তন বলে। ইহা একক সময়ে যে পরিমাণ গতির দ্বারা গতির হ্রাস-বৃদ্ধি হয় তদ্বারা পরিমিত হয়, যথা—প্রতি সেকেণ্ডে গতির পরিমাণ ২ ফুট-সেকেণ্ড দ্বারা পরিবর্তিত হইলে ইহাকে সেকেণ্ডে ২ ফুট-সেকেণ্ড বা ২ ফু-সে-সে বলে (fss)। পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণ হেতু গতি পরিবর্তন ৩২ ফু-সে সে বা ৯৮১ সেমি সে-সে। (f.s. or cm.ss)।

আবার গতি পরিবর্তন দুই প্রকার হইতে পারে, এক ভাব ও পরিবর্তনশীল। যদি সকল সময়েই পরিবর্তনের হার একরূপ থাকে তাহা হইলে তাহাকে একভাব গতি-পরিবর্তন ( Uniform acceleration ) বলে। আর যদি পরিবর্তনের হার একরূপ না থাকে তাহা হইলে তাহাকে পরিবর্তনশীল গতি-পরিবর্তন ( Variable acceleration ) বলে। যথা—একটি বস্তুর গতি ১ম সেকেণ্ডে ৫ ফ-সে, ২য় তে ৮ ফু-সে, ৩য় তে ১১ ফু-সে, ৪র্থ ১৪ ফু-সে, ৫ মে ১৮ ফু-সে, ৬ তে ২০ ফু-সে। ইহা হইতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে প্রথম চারি সেকেণ্ড ধরিয়া বস্তুটির গতি সমপরিমাণে পরিবর্তিত হইয়াছে অর্থাৎ এই সময়ের জন্ত ইহার গতি পরিবর্তন একভাব ও তাহা ৩ ফু-সে-সে। কিন্তু সমস্ত ৬ সেকেণ্ড ধরিয়া দেখিলে বলিতে হইবে যে ইহার গতি পরিবর্তন পরিবর্তনশীল।

**ধাক্কা ( Momentum )**—গতিজনিত বস্তুর অবস্থাকে ধাক্কা বা মোমেন্টাম বলে। ইহা বস্তুর পদার্থের পরিমাণ ও গতির গুণফল দ্বারা পরিমিত হয়।  $M = m \times v$

**বল ( Force )**—যাহা বস্তুর গতি জনিত অবস্থার পরিবর্তন করে ( বা পরিবর্তনের চেষ্টা করে ) তাহাকে বল বা ফোর্স বলে ।

অতএব বল, ধাক্কা পরিবর্তনের হেতু ; সুতরাং ধাক্কা পরিবর্তনের হার বলের অমু যায়ী হয়—সুতরাং

$$b \propto \frac{p \times g_2 - p \times g_1}{\text{সে ( সময় )}} \quad \text{কিংবা} \quad b \propto \frac{p (g_2 - g_1)}{\text{সে}}$$

অথবা,  $b \propto p \times \text{গতি পরিবর্তন}$ —

বা  $b = k \times p \times \text{গতি-পরিবর্তন}$ —(  $k$  = অপরিবর্তনীয় সংখ্যা )

এখন, যদি, যখন  $p = 1$ , গতি পরিবর্তন = ১, সেই সময়ের বলকে একক বল বলিয়া ধরা হয়. তাহা হইলে,  $1 = k \times 1 \times 1$  .

• অর্থাৎ,  $k = 1$  এবং  $b = p \times \text{গতি পরিবর্তন}$

**একক বল ( Unit force )**—যে বল একক পরিমাণ পদার্থের উপর একক গতি-পরিবর্তন আনে তাহাকে ‘একক বল’ বলে । ব্রিটিশ ধারায় একক বলকে পাউণ্ড্যাল বলে, ইহা ১ এক পাউণ্ড ওজনের পদার্থের উপর ১ ফু-সে-সে গতি পরিবর্তন আনে । কিন্তু ইহা ছোট বলিয়া ইন্টিনিয়ারিং কার্ণো পাউণ্ডের ওজনকে একক ধরা হয় । ১ পাউণ্ড ওজন = ১ পা. × ৩২ ফু-সে-সে = ৩২ পাউণ্ড্যাল । বৈজ্ঞানিক হিসাবে ডাইন ( Dyne ) কে একক ধরে । ইহা ১ গ্রাম পদার্থের উপর ১ সেমি-সে-সে গতি পরিবর্তন আনে ।

**কাজ ( Work )**—কোন বল উহার নিজের দিকের লাইনের উপর কিছু দূর স্থানান্তরিত হইলেই কার্য করা হইয়াছে বুঝিতে হইবে । এই কাজ বল ও স্থানচ্যুতির দূরত্বের গুণফল দ্বারা মাপা হয় । কারণ একক বলের একক দূরত্ব স্থানচ্যুতি হইলেই একক কাজ হইয়াছে ধরা হয় ।

ব্রিটিশ ধারায় কাজের একক ১ ফু-পা অর্থাৎ ১ পা ওজনের ১ ফু উর্দ্ধে তুলিতে যে কাজ হয় । বৈজ্ঞানিক ধারায় কাজের একককে আর্গ ( erg ) বলে । ইহা ১ ডাইন

বল'এর ১ সেমি দূরত্ব স্থানচ্যুতি ঘটিলে যে কাজ হয়। কিন্তু ইহা অত্যন্ত ছোট বলিয়া ইহার ১০৭ গুণকে একক ধরে ও তাহাকে 'জুল' (joule) বলে।

কোন ব্যক্তি কোন বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করিলে বস্তুটী যদি প্রযুক্ত বলের দিকে স্থানান্তরিত হয় তবে বলা হয় যে ব্যক্তির দ্বারা বা বস্তুটির উপর কাজ করা হইয়াছে। নচেৎ, বিপরীত দিকে যাইলে বলা হয় বস্তুটির দ্বারা বা ব্যক্তির উপর কাজ হইয়াছে। যথা—বস্তুর স্বভাব নীচু দিকে যাওয়া। এখন যদি কেহ উর্দ্ধ দিকে বল প্রয়োগ করিয়া একটী বস্তুকে উত্তোলিত করে তাহা হইলে ঐ ব্যক্তির দ্বারা বা বস্তুটির উপর বা পৃথিবীর আকর্ষণের বিরুদ্ধে কার্য্য করা হইল, আবার উত্তোলিত বস্তুটিকে ছাড়িয়া দিলে উহা নীচু দিকে আসিতে থাকিবে এবং কার্য্যক্ষম হইবে। তখন বস্তুটির দ্বারা বা পৃথিবীর আকর্ষণের দ্বারা কার্য্য হইতেছে বলা হয়।

**ক্ষমতা (Power)**—কার্য্যকরণের হারকে ক্ষমতা বলে। ইহা ব্রিটিশ ধারায় অশ্বের ক্ষমতার দ্বারা পরিমিত হয়। তাহাকে অশ্ব-ক্ষমতা (অ-ক্ষ) বা হর্ষ-পাওয়ার (Horse-Power সংক্ষেপে এচ. পী, H. P.) বলে। ১ অ-ক্ষ = ৩৩০০০ ফু-পা-মি। বৈজ্ঞানিক ধারায় ইহা ওয়াট (Watt) দ্বারা পরিমিত হয়। ১ ওয়াট = ১ জু-সে বা ১০<sup>৭</sup> আর্গ-সেকেণ্ড।

**শক্তি (Energy)**—কোন বস্তুতে যাহা থাকার দরুণ ইহা কাজ করিতে সমর্থ হয় তাহাকে শক্তি বা এনার্জি বলে। শক্তি দুই প্রকার,—

(১) গতিক শক্তি (Kinetic energy. কাইনেটিক)।

(২) আবস্থিক শক্তি (Potential energy. পোটেনশিয়াল)।

(১) গতিক শক্তি :—গতি হেতু বস্তুর মধ্যে যে শক্তি থাকে তাহাকে গতিক শক্তি বলে। গতিরোধ কালে এই শক্তি হইতে কাজ পাওয়া যায়।

২। আবস্থিক শক্তি :—কোন বস্তু স্বাভাবিক অবস্থায় না থাকিয়া নূতন অবস্থায় থাকা হেতু যে শক্তি, তাহাকে আবস্থিক শক্তি বলে। ইহা হইতে কার্য্য পাইতে হইলে ইহাকে গতিতে পরিণত হইতে হয়, নতুবা স্থানান্তর ঘটতে পারে না।

**কল (Machine)** :—যাহা অল্প কোন বস্তুর শক্তি হইতে চালিত হইয়া সুবিধামত ভাবে কার্য্য প্ৰদান করে তাহাকে 'কল' বলে।

**কলের পারকতা (Mechanical Efficiency)**—কল হইতে প্রাপ্ত কার্যের সহিত কলের মধ্যে প্রদত্ত কার্যের সম্বন্ধকে কলের পারকতা বলে। ইহা সাধারণতঃ শতকরা হিসাবে পরিমিত হয়।

**ওজন (Weight)**—কোন বস্তুর পদার্থকে পৃথিবী যে জোরে টানে তাহাকে ঐ বস্তুটির ওজন বলে। ইহা পদার্থের পরিমাণ ও পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে বস্তুটির কেন্দ্রের ব্যবধানের উপর নির্ভর করে।

**মাধ্যাকর্ষণ (Gravity)**—পৃথিবীর উপরিস্থ প্রত্যেক বস্তুর প্রতি পৃথিবীর টানকে মাধ্যাকর্ষণ বলে। এই আকর্ষণ পৃথিবীর কেন্দ্র হইতে বস্তুটির কেন্দ্রের ব্যবধানের উপর নির্ভর করে। পৃথিবীর বহির্ভাগে এই ব্যবধান যত অধিক, এই টান ব্যবধান-বর্গের বিক্রপভাবে কম ও অন্তর্ভাগে এই ব্যবধান যত কম টানও তত কম। অতএব ঠিক কেন্দ্রে টান কিছুই নাই এবং পৃথিবীর ঠিক উপরিভাগে এই টান সর্বাপেক্ষা অধিক এবং ইহার জন্য প্রত্যেক বস্তুর উপর ৩২ ফু-সে-সে বা ৯৮১ সেমি-সে-সে গতি-পরিবর্তন হয়।

**গাঢ়তা (Density)**—পদার্থের ঘনতা। ইহা একক আয়তনের মধ্যস্থ পদার্থের পরিমাণ দ্বারা পরিমিত হয়। যথা—জলের ঘনতা ১ ঘন ফুটে ৬২.৪ পাউণ্ড।

**বিভিন্ন দ্রব্যের ঘনতা (পাউণ্ড হিসাবে এক ঘন ফুটের ওজন)।**

চিনা লৌহ (Cast Iron)	৪৭০ পা:	ইষ্টক গাঁথুনী (Brick work)	১১২ পা:
বাক্সালা লৌহ (W I)	৪২০ "	সেউণ কাঠ	৫০ "
তাম্র (Copper)	৫৫০ "	দেবদাঁড় কাঠ	৪০ "
পারা (Mercury)	৮৪২ "	পেট্রোল (Petrol)	৫০ "
এ্যালুমিনিয়াম (Aluminium)	১৬০ "	বায়ু ০° সেণ্টিগ্রেড	
দীসা (Lead)	৭০০ "	(১ পা = ১০.১৪ ঘন ফুট)	০.৭৬ "
জল (Water)	৬২.৪ "	কোল গ্যাস (Coal Gas)	০.৩৫৪ "

**আপেক্ষিক গুরুত্ব (Specific Gravity)**—কোন বস্তুর ওজনের সহিত সমআয়তনের জলের ওজনের সম্বন্ধকে আপেক্ষিক গুরুত্ব বা স্পেসিফিক গ্র্যাভিটী বলে। যথা—পারদের আপেক্ষিক গুরুত্ব ১৩.৬। অর্থাৎ সমআয়তনের জল ও পারদ লইলে পারদ জলের ১৩.৬ গুণ ভারী হয়। বায়বীয় পদার্থের বেলায় হাইড্রোজেন গ্যাসের সহিত তুলনা করা হয়।

লৌহ (ইস্পাত)	৭.১—৭.৮	শোলা	২.২—২.৬
গীসা	১১	সেগুন কাঠ	৬৬—৮৮
রৌপ্য	১০.৬	বাঁশ	৩১—৪৪
তাম্র	৮.৮—৮.৯৫		

**চাপ (Pressure)**—কোন স্থানে একটা বস্তু রাখিলে, বস্তুর ওজন ঐ স্থানের উপর সংরক্ষিত হইতেছে, অর্থাৎ স্থানটী চাপ পাইতেছে। এই চাপ একক পরিমিত স্থানের উপর যে বল পড়িতেছে তদ্বারা পরিমিত হয়। ধারক পাত্রের সকল দিকের গাত্রে বায়বীয় পদার্থ চাপ দেয়।

**চাপমান (Pressure Gauge)**—এই যন্ত্রের দ্বারা বায়বীয় পদার্থের চাপ প্রতি বর্গ ইঞ্চির উপর পাউণ্ড ওজন হিসাবে পরিমিত হয়।

**বায়ু চাপমান (Barometer)**—এই যন্ত্রে বায়ুর চাপ পরিদৃষ্ট হয়, ইহাতে সাধারণতঃ পারদ বা অন্য কোন তরল পদার্থের স্তম্ভের উচ্চতা দ্বারা বায়ুর চাপ সামলান হয়। এই স্তম্ভের উচ্চতাই ঐ চাপের পরিমাণ। যথা, বায়ুর চাপ পারদের ৩০ ইঞ্চি বা জলের ৩৫ ফুট। পাউণ্ড ওজন হিসাবে ইহা প্রতি বর্গ ইঞ্চিতে ১৪.৭ পাউণ্ড।

**ঘর্ষণ বা ফ্রিকশান্ (Friction)**—যদি দুইটা বস্তুকে একত্রে ঠেকাইয়া রাখা হয় ও একটিকে অপরটির উপর চালাইবার চেষ্টা করা হয়, তাহা হইলে উহার গমনে বাধা দায়ক একটা বল অনুভূত হইবে। ইহাকেই ঘর্ষণোদ্ভূত বা ঘর্ষণিক বাধা বলে। বিশেষ উপায় দ্বারা ইহাকে হ্রাস করিতে পাওয়া যায় বটে কিন্তু ইহাকে একেবারে নষ্ট করা যায় না। ঘর্ষণিক বাধা সম্বন্ধে নিম্নলিখিত নিয়মগুলি পাওয়া যায় ;—

- ১। বার্ষিক বাধা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির মধ্যস্থ চাপের অনুরূপ।
- ২। ইহা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির স্বভাব ও অবস্থার উপর নির্ভর করে।
- ৩। ইহা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির বিস্তৃতির উপর নির্ভর করে না, অতএব একক বিস্তৃতির উপরিস্থ চাপের নির্ভর করে না।
- ৪। ইহা ঘর্ষণের গতির উপর নির্ভর করে যদি গতির হ্রাস বৃদ্ধি অত্যধিক হয়। গতি বৃদ্ধি হইলে ইহা কমে ও হ্রাস হইলে ইহা বাড়ে।

**কোএফিসিয়েন্ট অফ ফ্রিক্সান্ (Coefficient of Friction)**—কোন বস্তুকে বার্ষিক বাধা অতিক্রম করাইতে হইলে তাহার ওজনের বত গুণ বল প্রয়োজন হয় তাহাকে কোএফিসিয়েন্ট অফ ফ্রিক্সান্ বলে। ইহা স্পৃষ্ট গাত্রগুলির অবস্থা ও স্বভাবের উপর নির্ভর করে। ইহা সাধারণ অবস্থায় ঐ গাত্রগুলির মধ্যস্থ চাপের উপর নির্ভর করে না কিন্তু চাপ যদি এত অধিক হয় যে গাত্র চেপ্টাইয়া যাইবার সম্ভাবনা, তাহা হইলে ইহা অত্যন্ত অধিক হয়। ইহা ঘর্ষণের গতির উপর নির্ভর করে না (যতক্ষণ না গতির হ্রাস বৃদ্ধি অত্যধিক হয়)।

কোএফিসিয়েন্ট অফ ফ্রিক্সান্ গাত্রের স্বভাব ও অবস্থার উপর নির্ভর করে বালয়া বিশেষ বিশেষ পদার্থ ও তাহাদের গাত্রের অবস্থার পরিবর্তন দ্বারা বার্ষিক বাধার হ্রাসবৃদ্ধি হইতে পারে। যথা, বাধা কমানাইতে হইলে—

- ১। ধাতব পদার্থ ব্যবহার—
- ২। গাত্রগুলিকে মস্মন করণ—
- ৩। পিচ্ছিল করণ—

**কোএফিসিয়েন্ট অফ ফ্রিক্সানের তালিকা।**

তৈলাক্ত মস্মন ধাতুর সহিত ধাতুর ঘর্ষণ—০.৮ হইতে ০.২।

( বিনা তৈল, ) মস্মন ধাতুর সহিত ধাতুর ঘর্ষণ—০.৭।

কাঠে কাঠে ঘর্ষণ ( মস্মন ) ০.৩।

পাথরের সহিত পাথরের ঘর্ষণ ( মস্মন )—০.৫।

চাকার উপর প্রতি টন পিছু বার্ষিক প্রতিবন্ধকতা।

রেল লাইনের উপর ৪ হইতে ৮ পাউন্ড      বা হইতে হইতে

ট্রাম লাইনের উপর      ১৪ পা:      বা      হইতে

সাধারণ রাস্তার উপর      ৩৩ পা:      বা      হইতে

ম্যাকাডাম রাস্তার উপর      ৪৬ হইতে ৬৭ পা:      বা      হইতে

কাঁকর রাস্তার উপর      ১৫০ পা:      বা      হইতে



## পিচ্ছিল পদার্থ ও পিচ্ছিল করণের তালিকা

১। কম উত্তাপাবহায়,	হালুকা খনিজ তৈল,
২। অত্যন্ত অধিক চাপ ও মন্দগতি,	{ গ্রাফাইট, সোপ-ষ্টোন ও অগ্ন্যস্ত কঠিন পিচ্ছিলকারী বস্তু।
৩। অধিক চাপ ও মন্দগতি,	{ গ্রাফাইট ও চর্কি, গ্রীজ বা অগ্ন্যস্ত পদার্থ।
৪। অধিক চাপ ও ক্ষিপ্ৰগতি,	{ স্পাম-তৈল, রেডীর তৈল ও ভারী খনিজ পিচ্ছিল তৈল।
৫। অল্প চাপ ও ক্ষিপ্ৰ গতি	{ স্পাম; পরিস্কৃত খনিজ, অনিও, রেপ বা তুলাবিচির তৈল।
৬। সাধারণ কল কড়া,	{ চর্কি ভারী খনিজ তৈল, ও ভারী সবজী তৈল।
৬। স্টিম সিলিণ্ডার,	ভারী খনিজ তৈল।
৮। ট্যাক-বডি ও সৌধিন কল কড়া,	নীট্‌স্‌ ফুট, পরপয়েজ, অলিভ, ও হালুকা খনিজ তৈল।

## উত্তাপ (Heat)

তাপ ও তপ্ততা, (Heat and Temperature) — তাপ শক্তির একপ্রকার রূপ। তাপের (heat) দরুণ বস্তুর তপ্ততা (temperature) পারবর্তন ঘটে। তাপ যত অধিক দেওয়া যায় বস্তুর তপ্ততা ততই বাড়ে ও যত অধিক কমান হয় অর্থাৎ বাহির করিয়া লওয়া হয়। তপ্ততা ততই কমে বা বস্তু ততই শীতল হয়। বস্তুত: দেখিতে গেলে তাপ বস্তুর মধ্যে পদার্থের অণুপরমাণুগুলির কম্পন বিশিষ্ট কাইনেটিক্ এনার্জিরূপে থাকে।

তপ্ততামান বা থার্মোমিটার (Thermometer) :—ইহার দ্বারা তপ্ততা নির্দ্ধারিত হয়। ইহা সাধারণত: কাঁচ নির্মিত। একটা কাচের লম্বা সরু চোঙার (tube) একদিক জোড়া ও অপর দিকটা ফাঁপা বাল্বে পরিণত। ঐ বাল্‌বটির মধ্যে সাধারণত: পারদ থাকে ও চোঙটির গায়ে দাগ কাটা থাকে। এই দাগগুলির ব্যবধান ডিগ্রী (°) বা ডিগ্রির অংশ। সরু নলী-মধ্যস্থ পারদ যে দাগের সহিত সমান হইয়া

থাকে সেই দাগের দ্বারা বত ডিগ্রি বুঝায় তাহাই তপ্ততা বা টেম্পারেচার। বলা বাহুল্য যে পারদ-থার্মোমিটারের মধ্যে পারদ ব্যতীত বায়ু বা অন্ত কোন পদার্থ থাকে নী।

**তপ্ততা মাপের পদ্ধতি (Scale of Temperature)**  
—টেম্পারেচার তিন প্রকারে পরিমিত হয়, ১। সেন্টিগ্রেড্ (Centigrade), ২। ফার্নহাইট, (Fahrenheit), ৩। রোমার (Reaumur)।

১। সেন্টিগ্রেড্ হিসাবে বরফ যে টেম্পারেচারে গলে তাহাকে  $0^{\circ}\text{C}$  ও জল যে টেম্পারেচারে নর্মাল বায়ুচাপে (৭৬ সেন্টিমিঃ) ফুটে তাহাকে  $100^{\circ}\text{C}$  ধরা হয় ও মধ্যস্থিত ব্যবধানকে ১০০টি ভাগ করিয়া তাহাদের প্রত্যেককে  $1^{\circ}$  বলে। এই টেম্পারেচার হিসাব বৈজ্ঞানিক প্রণালীতে ব্যবহৃত হয়।

২। ফার্নহাইট্ হিসাবে বরফের গলনের টেম্পারেচার হইতে জলের নর্মাল বায়ুচাপে ফুটনের টেম্পারেচারের মধ্যস্থিত ব্যবধানকে ১৮০ ভাগ করা হইয়াছে এবং বরফ ও লবণের মিশ্রণে যে ফ্রিজিং মিক্চার হয় তদ্বারা যে সর্বাপেক্ষা কম টেম্পারেচার পাওয়া যায় তাহাকে  $0^{\circ}\text{F}$  ধরা হয়। ইহা বরফের গলনের টেম্পারেচার হইতে ১৮০ ভাগে বিভক্ত ক্ষুদ্র দাগের মত ৩২ দাগ নিম্নে। অতএব বরফের গলনের টেম্পারেচার  $32^{\circ}\text{F}$  ও জলের ফুটনের টেম্পারেচার  $180 + 32 = 212^{\circ}\text{F}$ । এই টেম্পারেচারের হিসাব ব্রিটিশ প্রণালীতে ব্যবহৃত হয়।

৩। রোমার হিসাবে বরফের গলনের টেম্পারেচারকে  $0^{\circ}\text{R}$  (রো) ও জলের ফুটনের টেম্পারেচারকে  $80^{\circ}\text{R}$  (রো) ধরা হয় ও মধ্যস্থিত ব্যবধানকে ৮০ ভাগ করা হইয়াছে। এক্রপ প্রত্যেক ভাগকে  $1^{\circ}\text{R}$  (রো) বলে। ইহা সচরাচর ব্যবহার হয় না।

**ধারাস্তকরণ :** —উল্লিখিত হিসাবগুলি হইতে স্পষ্টই দোঁখিতে পাওয়া

$$\text{যায় যে ;—} \quad \frac{\text{সেন্টি}}{100} = \frac{\text{ফা} - 32}{180} = \frac{\text{রো}}{80}$$

**তাপের একক (Unit of Heat)**—১পা জলকে  $1^{\circ}\text{ফা}$  উত্তপ্ত করিতে যে পরিমাণ তাপ লাগে তাহাকে ১ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট (B. Th. U.) বলে। ১ গ্র্যাম্ জলকে  $1^{\circ}$  সেন্টি উত্তপ্ত করিতে যে তাপ লাগে তাহাকে ১ ক্যালরী (Calorie) বলে। ইহা বৈজ্ঞানিক 'একক'।

**আপেক্ষিক তাপ (Specific Heat)**—কোন বস্তুকে কিছু ডিগ্রি তপ্ত করিতে যে তাপ লাগে তাহার সহিত সম ওজনের জলকে সমান তপ্ত করিতে যে তাপ লাগে তাহার সম্বন্ধকে আপেক্ষিক তাপ বলে। ইহা বস্তুর জন্ত তাপকে জলের জন্ত তাপ দ্বারা ভাগ করিয়া পাওয়া যায়।

## বিভিন্ন বস্তুর আক্ষেপিক তাপ—

লৌহ—Iron—	১১৪	কাঁচফ্লিন্ট—Glass Flint—	১১৭
তাম্র—Copper—	৯৫	বরফ—Ice—	৫
সীসা—Lead—	৩১	জল—Water—	১
পারদ—Mercury—	৩৩	বায়ু—Air—	২৩৭
রৌপ্য—Silver—	৫৫	বাষ্প—Steam—	৫

**তাপ ধারণ ক্ষমতা—(Thermal Capacity)—**বস্তুর উত্তাপ ধারণের ক্ষমতাকে থার্মাল কেপাসিটি বা তাপধারণ ক্ষমতা বলে। ইহা বস্তুটিকে ১° তপ্ত করিতে যে পরিমাণ তাপ লাগে তদ্বারা পরিমিত হয়। ইহা বস্তুর পদার্থের পরিমাণকে আপেক্ষিক উত্তাপ দ্বারা গুণ করিয়া পাওয়া যায়।

## তাপ সম্বন্ধীয় গণনা।

- ১ পাঃ জলকে ১০ ফা তপ্ত করিতে ১ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট  
ক পা " ১° ফা " ক × ১ = ক "  
ক পা " থ° ফা " ক × থ "
- (১) ক পা অথ বস্তু বাহার স্পেসিফিক হিট গ থ° ফা ক × থ × গ "
- আর তপ্ত ও শীতল বস্তুর সংমিশ্রণে, (২) নির্গত তাপ = আগত তাপ।

## উত্তাপের উৎপত্তি স্থান (Sources of Heat).

- ১। সূর্য।
- ২। রাসায়নিক ক্রিয়া (যথা, দহন ইত্যাদি)।
- ৩। অবস্থার পরিবর্তন (যথা, বাষ্পকে জলে পরিণত করিবার সময়)।
- ৪। কাষ্যকরণ (যথা, ঘর্ষণ ইত্যাদি দ্বারা)।
- ৫। ভূদ্রিৎপ্রবাহ (যথা, বৈদ্যুতিক আলোক)।
- ৬। পৃথিবীর আভ্যন্তরিক তাপ।

## তাপের ফল (Effects of Heat)—

- ১। আয়তন পরিবর্তন (Change of Volume)।
- ২। তপ্ততা পরিবর্তন (Change of Temperature)।
- ৩। অবস্থা পরিবর্তন (Change of State)।
- ৪। আভ্যন্তরিক শক্তির পরিবর্তন (Change of Internal Stress)।
- ৫। রাসায়নিক ক্রিয়া (Chemical Action)।
- ৬। বৈদ্যুতিক পরিণাম (Electrical Effects)।

১। তপ্ত করিলে প্রায় সকল বস্তুই আয়তন বৃদ্ধি হয়। তপ্ততা যত অধিক হয় আয়তন বৃদ্ধিও ততই অধিক হইয়া থাকে। শীতল করিলে ঠিক প্রভাবে সঙ্কোচন হইয়া থাকে। কঠিন পদার্থের ১ আয়তনের ১° তপ্ততায় যে পরিমাণ আয়তন বৃদ্ধি হয় তাহাকে উহার বিস্তারণ হার (Coefficient of Dilatation) বলে। তরল ও বায়বীয় পদার্থের বেলায় ০° র ১ আয়তনের ১° তপ্ততায় যে পরিমাণ আয়তন বৃদ্ধি হয় তাহাকে উহাদের বিস্তারণ হার বলে। সমস্ত বায়বীয় পদার্থের বিস্তারণ হার প্রায় একই রূপ। কিন্তু বিভিন্ন প্রকারের কঠিন ও তরল পদার্থের বিভিন্ন বিস্তারণ হার। তরল ও বায়বীয় পদার্থের বিস্তারণ বলিলে তাহাদের আয়তনের বিস্তারণই বুঝায়, কিন্তু কঠিনের বেলায় কেবল মাত্র দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধি (যথা, সরু তারের বেলায়) বা বিস্তৃতি বৃদ্ধি (পাতের বেলায়) বা আয়তন বৃদ্ধি বুঝাইতে পারে। সেই জন্য কঠিনের বিস্তারণ হারে কেবল মাত্র দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির হার দেওয়া হইল। বিস্তৃতি বৃদ্ধির হার ইচ্ছা হইলে তাৎক্ষণিক আয়তন বৃদ্ধির হার উহার তিন গুণ। বায়বীয় পদার্থের বিস্তারণ সম্বন্ধে পবে আরও কিছু বর্ণিত হইবে।

### বিস্তারণ হারের তালিকা Table of co-efficient of Expansion

কাঁচ	...	০.০০০০৮৬	দস্তা	...	০.০০০০২৯
প্লাটিনাম	...	০.০০০০৮৬	স্বার	...	০.০০০৮৮৭
লৌহ	...	০.০০০০১২	বরফ	...	০.০০০০৫
তাম্র	...	০.০০০০১৭	বায়ু	...	০.০০৩৬৭
পিপ্তল	...	০.০০০০১৯	হাইড্রোজেন	...	০.০০৩৬৬

২। তাপ দানে সকল বস্তুই তপ্ততা বৃদ্ধি হয় (যৎক্ষণ অবস্থা পরিবর্তন না হয়)। তপ্ততা বৃদ্ধি আয়তন বৃদ্ধির অনুরূপ হয় বলিয়া আয়তন বৃদ্ধি দ্বারা ইহা পরিমিত হয়। থার্মোমিটারে যে বস্তু ব্যবহার হয় তাহার আয়তন বৃদ্ধি হইতেই তপ্ততা পরিমিত হয়। সুতরাং থার্মোমিটারে একপ বস্তুর ব্যবহার বিধেয় যাহাব বিস্তারণ হার একই তপ্ততায় প্রায় এক ভাব অথচ কাঁচগায়ে জড়াইয়া না যায়। একপ বস্তু সকলের মধ্যে পারদই সর্বোৎকৃষ্ট। স্থল বিশেষে বায়ু ও এ্যালকোহল ব্যবহার হইয়া থাকে। শেখোক্তর বেলায় উহাকে পারদ থার্মোমিটারের সঁজুত তুলনা করিয়া লইতে হয়।

৩। প্রায় সকল বস্তুই কঠিন, তরল ও বায়বীয় এই তিন অবস্থার মধ্যে যে কোন অবস্থায় থাকিতে পারে। তাপের যোগ বা বিয়োগে প্রায় সকল বস্তুই বস্তু বিশেষে বিশিষ্ট বিশিষ্ট তপ্ততায় অবস্থান্তর ঘটান যায়। একপ অবস্থান্তর ঘটনের সময় যে বস্তুটির অবস্থান্তর ঘটিতেছে তাহার তপ্ততা পরিবর্তন হয় না।

তাপযোগে কঠিন হইতে তরল অবস্থায় যাওয়াকে গলন বা মেল্টিং (Melting), তরল হইতে বাষ্পীয় অবস্থায় যাওয়াকে বাষ্পীভবন বা ভেপারাইজেশন (Vaporisation), ও কঠিন হইতে বাষ্পীয় অবস্থায় যাওয়াকে সাব্লিমেশন (Sublimation) বলে এবং তাপ বিয়োগে বাষ্পীয় হইতে তরল বা কঠিন অবস্থায় আসাকে তরলীভবন বা কঠিনীভবন (Condensation into liquid or solid) ও তরল হইতে কঠিন অবস্থায়

আমাকে জমিয়া যাওয়া বা ফ্রিজিং (Freezing) বলে। এতদ্ব্যতীত মেল্টিং ও ফ্রিজিং একই তত্ত্বতায়, আর ফুটন (Boiling) ও তারল্য ঘনীভবন (Condensation) একই তত্ত্বতায় হয়। যে তত্ত্বতায় এগুলি ঘটে তাহাদিগকে যথাক্রমে মেল্টিং পয়েন্ট (Melting point) বা ফ্রিজিং পয়েন্ট (Freezing point) ও বয়েলিং পয়েন্ট (Boiling point) বলে।

দ্রষ্টব্য,—অনেক তরল পদার্থ হইতে প্রায় সকল তত্ত্বতায় ধীরে ধীরে উহার উপর হইতে বাষ্প হয়। এরূপ বাষ্পীভবনকে ইভাপোরেশন (Evaporation) বলে। কিন্তু যে অবস্থায় তরল পদার্থের যে কোন স্থানে বাষ্প হইতে পারে তাহাকে ফুটন বা বয়লিং বলে।

চাপ পরিবর্তনে মেল্টিং পয়েন্টের অতি অল্প পরিবর্তন ঘটে কিন্তু বয়েলিং পয়েন্টের বিশেষ পরিবর্তন ঘটিয়া থাকে।

কতকগুলি দ্রব্যের মেল্টিং ও বয়েলিং পয়েন্ট নিম্নে প্রদত্ত হইল।

### ধাতু বিগলনের তত্ত্বতা।

মেল্টিং পয়েন্ট।

চীনা লৌহ—	২১০০° ফা	দস্তা—	৭৭০° ফা
বাল্কালা লৌহ—	৩০০২° „	রাং—	৪৪২° „
ইস্পাত—	২৭০০° „	গান মেটাল—	১২০০° „
তাম্র—	১৯২৭° „	সীসা—	৬১৩° „
পিত্তল	১৭০০° হইতে ১৯০০° „	হোয়াইট মেটাল—	৭০০° হইতে ৪০০° „

বয়েলিং পয়েন্ট—(নর্মাল চাপে)

জল	২১২° ফা	তাম্র	...	৪১২০° ফা
পান	৬৪৪° ৬° „	লৌহ		৪৪৪২° „

### অবস্থা পরিবর্তনে আয়তন পরিবর্তন।

গলনের সময় লৌহ, পিত্তল ও বরফ প্রভৃতি কতিপয় দ্রব্যের আয়তন কমে আর অগ্রাগ্র বস্তুর আয়তন বাড়ে। এইজন্ত লৌহ ও পিত্তল দ্বারা স্লাইয়ের কাজ ভাল হয়। ” কিন্তু বাষ্পীভবনের সময় সকলেরই আয়তন বিশেষরূপ বাড়ে। যথা—পেট্রোল বাষ্প পেট্রোলের ২ ৬ গুণ ষ্টিম জলের ১৬৫০ গুণ।

**অদৃশ্য তাপ (Latent Heat)**—পূর্বেই বলা হইয়াছে যে অবস্থা পরিবর্তন করিতে হইলে তাপের যোগ বা বিয়োগ করিতে হইবে, অথচ অবস্থা পরিবর্তনকালে তপ্ততা পরিবর্তন হয় না। এরূপ তাপকে অদৃশ্য তাপ বলে।

ব্রিটিশ প্রণালীতে ১ পা ও বৈজ্ঞানিক প্রণালীতে ১ গ্রাম পদার্থের বিনা তপ্ততা পরিবর্তনে অবস্থা পরিবর্তন করিতে যে তাপ লাগে তাহাকে অদৃশ্য তাপ বলে। গলনের সময় তাহাকে গলনের অদৃশ্য তাপ (Latent Heat of Fusion) আর বাষ্পীভবনের সময় বাষ্পীভবনের অদৃশ্য তাপ (Latent Heat of Vaporization) বলে। কতিপয় দ্রব্যের—

	গলনের অদৃশ্য তাপ	বাষ্পীভবনের অদৃশ্য তাপ
বরফ—	১৪৪	জল ২৬৭
চাকের মোম—	৭৬	সীসা— ৩১৪

৪। তপ্ত করিলে প্রায় সকল বস্তুরই আভ্যন্তরিক শক্তি কমে। এই জন্মই লৌহের গঠন পরিবর্তন করিতে হইলে উহাকে গরম করিয়া লাল করিতে হয়।

৫। অনেক রাসায়নিক ক্রিয়া তাপযোগে সাধিত হয়। যথা—কয়লাকে গরম করিলে উহা বায়ুর অক্সিজেন-গ্যাসের সহিত মিশিতে সক্ষম হয়। ইহাকেই ছলন বলে।

### বায়বীয় পদার্থের বিস্তারন—

**বয়েল্‌স্‌-ল (Boyle's Law)**—একই তপ্ততায় বায়বীয় পদার্থের আয়তন চাপের বিপরীত ভাবে পরিবর্তিত হয়। অর্থাৎ চাপ যত বাড়ে আয়তন তত কমে ও চাপ যত কমে আয়তন তত বাড়ে।

অর্থাৎ  $V = \text{Volume} \propto \frac{1}{P}$  (P = Pressure)

“  $V \times P = K$  (অপারবর্তনীয় সংখ্যা) ( $V \times P = K$ )

যথা, ২০ পা চাপে আয়তন ৩০ ঘন ইঞ্চি হইলে ১০ পা চাপে ৬০ ঘন ইঞ্চি বা ৪০ পা চাপে ১৫ ঘন ইঞ্চি হইবে। সকল সময়েই  $V \times P = ২০ \times ৩০ = ১০ \times ৬০ = ৪০ \times ১৫ = ৬০০$ ।

**চার্লস্‌-ল (Charles' Law)**—চাপ একভাবে রাখিলে গ্যাসের আয়তন প্রতি ১° সেণ্টি বা ফা তপ্ততায় উহার ১/২৭৩ আয়তনের ১/২৭৩ বা ১/৪৬১ ভাগ বাড়ে। ইহাই গ্যাসের বৈজ্ঞানিক বা ব্রিটিশ প্রণালীর বিস্তারন হয়।

ইহাতে দেখিতে পাওয়া যাইতেছে যে যদি কোন গ্যাসকে  $-২৭৩^{\circ}$  সেন্টি বা  $-৪৬১^{\circ}$  ফা পর্যন্ত শীতল করা হয় তাহা হইলে উহার আয়তন শূন্য হইবে। এই তপ্ততাকে  $0^{\circ}$  এ্যাবসোলিউট (Absolute—সম্পূর্ণ) বলে।

এ্যাবসোলিউট, জিরো—(Absolute Zero)—  
যে তপ্ততায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়। সেন্টিগ্রেড্ প্রণালীতে উহা  $-২৭৩^{\circ}$  সেন্টি ও ব্রিটিশ প্রণালীতে উহা  $-৪৬১^{\circ}$  ফা।

এ্যাবসোলিউট, টেম্পারেচার—এই  $-২৭৩^{\circ}$  সেন্টি বা  $-৪৬১^{\circ}$  ফা কে  $0^{\circ}$  ধরিয়া কোন সাধারণ টেম্পারেচার যাহা দাঁড়ায় তাহাকে এ্যাবসোলিউট টেম্পারেচার বলে। তাহা সাধারণ টেম্পারেচারটিতে বৈজ্ঞানিক প্রণালী হইলে  $২৭৩^{\circ}$  ও ব্রিটিশ প্রণালী হইলে  $৪৬১^{\circ}$  যোগ করিয়া পাওয়া যায়। যথা—জলের বয়েলিং পয়েন্ট  $১০০^{\circ}$  সেন্টি বা  $১০০ + ২৭৩ = ৩৭৩^{\circ}$  এ্যাবসোলিউট সেন্টি অথবা  $২১২^{\circ}$  ফা বা  $২১২ + ৪৬১ = ৬৭৩^{\circ}$  এ্যাব-ফা।

আয়তন এ্যাবসোলিউট, তপ্ততার অনু-  
রূপ গু—এ্যাবসোলিউট,  $0^{\circ}$  তে আয়তন  $0$  ও এ্যাবসোলিউট, তপ্ততা যত বাড়ে আয়তনও ততই বাড়ে। অতএব আয়তন এ্যাবসোলিউট, তপ্ততার অনুরূপ। অর্থাৎ, আয়তন  $\propto$  এ্যাবসোলিউট তপ্ততা।

$$\text{বা } \frac{\text{আয়তন}}{\text{এ্যাবসোলিউট, তপ্ততা}} = \text{ক (অপ'রবর্তনীয়)}$$

আবার, ইহার সহিত বয়েল্-স্-ল সংযোগ করিলে—

$$\frac{\text{আয়তন} \times \text{চাপ}}{\text{এ্যাবসোলিউট, তপ্ততা}} = \text{ক} \quad \left\{ \frac{P \times V}{T} = K \right\}$$

চাপ পরিবর্তন হার ('চারল্-স্-ল') :—

উল্লিখিত স্ফটিকিতে আয়তনের ও এ্যাবসোলিউট, তপ্ততার সহিত চাপের যেরূপ সম্বন্ধ, চাপ ও এ্যাবসোলিউট তপ্ততার সহিত আয়তনেরও ঠিক সেইরূপ সম্বন্ধ। সুতরাং একভাবে চাপে তপ্ততা পরিবর্তনে আয়তনের যেরূপ পারবর্তন ঘটে ('চারল্-স্-ল') একভাবে আয়তনে তপ্ততা পরিবর্তনে চাপেরও ঠিক সেইরূপ পরিবর্তন ঘটিবে। ইহাকেই চাপ পরিবর্তন হারের চারল্-স্-ল বলে। অর্থাৎ—একভাবে আয়তনের প্রতি

১° তপ্ততা পরিবর্তনে চাপ ০° চাপের সমতাপ বা তপ্ততা (বৈজ্ঞানিক বা ব্রিটিশ ডিগ্রী (°) অনুযায়ী) ভাগ করিয়া পরিবর্তিত হয়।

**সম তপ্ততাবস্থা (Isothermal Condition)**—

যদি কোন গ্যাসের অবস্থা পরিবর্তন কালে তপ্ততা পরিবর্তন না হয়, অর্থাৎ বয়েলস-ল অনুসারে অবস্থা পরিবর্তন ঘটে তাহা হইলে গ্যাসের ঐ অবস্থাকে সম তপ্ততাবস্থা বলে। সমতপ্ততায় পরিবর্তনকালে গ্যাসের তপ্ততা বৃদ্ধি পাইবার চেষ্টা পাইলে উহা হইতে তাপ বহির্গত করা হয়। দিয়া বা তপ্ততা হ্রাস পাইবার চেষ্টা পাইলে উহার মধ্যে বাহির হইতে তাপ প্রবেশ করা হয়। সকল সময় তপ্ততা এক ভাব রাখিতে হয়।

**সম তাপাবস্থা (Adiabatic Condition)**—যদি কোন গ্যাসের অবস্থা পরিবর্তন কালে বাহির হইতে উহার মধ্যে তাপ প্রবেশ হইতে বা উহার মধ্যে হইতে বহির্গত হইতে দেওয়া না হয় তাহা হইলে তাহাকে সমতাপাবস্থা বলে।

**তাপবল-বিজ্ঞান (Thermo-Dynamics)**—১ম নিয়ম (1st Law)—যখন তাপকে কার্যে বা কার্যকে তাপে পরিণত করা হয় তখন দেখিতে পাওয়া যায় যে সকল সময়েই তাপের পরিমাণ ও কার্যের পরিমাণের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট সম্বন্ধ আছে, এবং সেট সম্বন্ধটি এই যে প্রতি ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট ৭৭৮ ফু-পা কার্যের সহিত সমান। ইহাকে জুলস্ ইকুইভ্যালেন্ট বলে, কারণ ডাঃ জুল (Dr. Joule) প্রথম এই নির্দিষ্ট সম্বন্ধের বিষয় বলেন। ২য় নিয়ম (2nd Law) তাপ স্বভাবতঃ উচ্চ তপ্ততা হইতে নিম্ন তপ্ততায় যায় কিন্তু নিম্ন তপ্ততা হইতে উচ্চ তপ্ততায় যাইতে হইলে বাহ্যিক কার্যকরণ প্রয়োজন। যেমন—জল স্বভাবতঃ উচ্চ হইতে নিম্নে যায় কিন্তু নিম্ন হইতে উচ্চে যাইতে হইলে নিজে নিজে পারে না, কাহাকেও কার্য করিতে হয়।

**বিস্ফোরণে বায়ুবীক্ষের কার্যকরণ :-**

যদি কোন সিলিন্ডারের মধ্যে কিছু বায়বীয় পদার্থ পিষ্টন দ্বারা চাপে আবদ্ধ থাকে এবং ঐ চাপ যদি কমাইয়া দেওয়া যায় তাহা হইলে বায়বীর বিস্ফারণ ঘটিবে এবং বিস্ফারণ কালে পিষ্টনকে বহির্দিকে ঠেলিয়া লইয়া যাইবে। ঐ পিষ্টনটিকে ঐ অবস্থিতি চাপের বিরুদ্ধে ঠেলিয়া লইয়া যাইতে গ্যাসের দ্বারা কিছু কার্য সাধিত হইবে। ঐ কার্যের পরিমাণ—যদি পিষ্টনের উপর চাপ হয় “চা” উহার বিস্তৃতি হয় “বি” এবং



উহার স্থানচ্যুতির লক্ষ্য হয় “ল” তাহা হইলে পিষ্টনের উপরিস্থ বল =  $চা \times বি$  এবং কাণ্ডা সাধিত =  $চা \times বি \times ল$ । আবার  $বি \times ল$  = বিক্ষারণ, সুতরাং কাণ্ডা সাধিত =  $চা \times$  বিক্ষারণ। ইহা কেবল যে সিলিঙারে থাকিলেই সত্য তাহা নহে সকল রূপ পাত্রের বেলায় সত্য। এবং ইহাও দেখিতে পাওয়া যাইবে যে বিক্ষারণে বায়বীয়তা শীতল হইয়াছে এবং পরীক্ষা করিলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে উক্ত কাণ্ডাসাধনে জুলের নিয়মানুযায়ী যে পরিমাণ তাপ দরকার বায়বীয় হইতে ঠিক সেই পরিমাণ তাপ নাশ হইয়াছে ও তদ্বৎ বায়বীয়ের ঠিক তদ্রূপ তপ্ততা কমিয়াছে।

বায়বীয়ের অনুপরমানুগুলির মধ্যে আকর্ষণ বা নিক্ষেপণ বল নাই :—

বিক্ষারণে বায়বীয়ের অনুপরমানুগুলির মধ্যস্থ ব্যবধান বৃদ্ধি হয়, সুতরাং যদি উহাদের পরস্পরের মধ্যে আকর্ষণ বল থাকে তাহা হইলে এই ব্যবধান বৃদ্ধির জন্য আভ্যন্তরিক আকর্ষণ বলের বিরুদ্ধে বায়বীয়কে আভ্যন্তরিক কাণ্ডা সাধন করিতে হইবে, সুতরাং তজ্জন্ত আরও কিছু তাপ নাশ হওয়া উচিত, কিন্তু তদ্রূপ পরিলক্ষিত হয় না। অতএব আকর্ষণ বল নাই। সেইরূপ যদি অনুপরমানুগুলির মধ্যে নিক্ষেপণ বল থাকে তাহা হইলে এই আভ্যন্তরিক নিক্ষেপণ বল হেতু পিষ্টনের উপর কিছু আভ্যন্তরিক কাণ্ডা সাধিত হইবে এবং তাহা বায়বীয়কে সাহায্য করিবে। সুতরাং বায়বীয়কটক আরও কম কাজ সাধন ও তজ্জন্ত তাপ নাশ হওয়া উচিত। কিন্তু এরূপ পরিলক্ষিত হয় না। অতএব নিক্ষেপণ বলও নাই।

### তাপের সাতাত্ম্যাত লিপি -

এক স্থান হইতে অগ্ৰস্থানে তাপ তিন প্রকারে যাতায়াত করে।

- ১। ক্রমগমন (Conduction), ২। প্রবাহন (Convection),
- ৩। প্রসারণ (Radiation)।

১। ক্রমগমন (Conduction)-—যদি একটি লৌহদণ্ডের একদিক আগুনের মধ্যে দেওয়া যায় তাহা হইলে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে কিয়ৎক্ষণ পরে উহার বহির্ভাগস্থ আগুনের নিকটবর্তী কিয়দংশ গরম হইয়াছে। এখানে আগুনের মধ্যবর্তী লৌহ প্রথমে তাপযোগে তপ্ত হয়, পরে তাপ একটি অঙ্গু হইতে পরবর্তী অঙ্গুতে এবং তাহা হইতে তৎপরবর্তী অঙ্গুতে, এইভাবে ক্রমান্বয়ে তপ্ত অংশ হইতে শীতল অংশে যাইতে থাকে। তাপের এইরূপ অঙ্গু হইতে পরবর্তী অঙ্গুতে ক্রমান্বয়ে যাওয়াকে ক্রমগমন বলে। ক্রমগমনে পদার্থের স্থানচ্যুতি হয় না, কেবলমাত্র তাপ একটি পদার্থ হইতে পরবর্তী পদার্থে, এই ভাবে গঠিত থাকে।

২। প্রবাহন (Convection)—আগুনের উপর একটা পাত্র করিয়া জল বা অন্য কোন তরল পদার্থ চাপাইলে উহা গরম হইয়া উঠে।

এখানে প্রথমে পাত্রটী অগ্নির তাপ দ্বারা গরম হয়। পাত্রটী গরম হইলে উহার তলদেশের তরল পদার্থ পাত্র হইতে ক্রমগমন দ্বারা তাপ প্রাপ্ত হইয়া উত্তপ্ত হয় এবং তজ্জন্তু ইহার আয়তন বর্দ্ধন হওয়ায় উহা উপরিস্থ তরল পদার্থ অপেক্ষা হালকা হইয়া যায়। সুতরাং এই হালকা তপ্ত তলদেশীয় তরল পদার্থ উপরে ভাসিয়া উঠে এবং উপরিস্থ শীতল ভারী তরল পদার্থ নিম্নে নামিয়া যায় ও ঐরূপ ভাবে তাপ প্রাপ্ত হইয়া উপরে উঠিয়া আসিবে। ঐরূপভাবে সমস্ত তরল পদার্থটী গরম হইয়া উঠে। তাপের ঐরূপ একস্থান হইতে অল্পস্থানে কোন বস্তু দ্বারা বহনকে প্রবাহন বলে। প্রবাহনে তাপ নিজে স্থানান্তরিত হয় না, তাপ কোন বস্তুর মধ্যে আশ্রয় লয় ও ঐ বস্তুটী তাপ সহ স্থানান্তরিত হয়। প্রবাহন তরল ও বায়বীয় পদার্থের মধ্যে সম্ভব। ক্রমগমনও তরল ও বায়বীয়ের মধ্যে সম্ভব হয় যদি উপরিভাগ লইতে তাপ দেওয়া যায়।

৩। প্রসারণ (Radiation)—একটী তপ্ত বস্তুর পার্শ্বে হাত লইয়া যাইবা মাত্র তাপ অনুভব করিতে পারা যায়। অতএব বস্তুটী হইতে হাতের উপর তাপ আসিতেছে। এখানে তাপ কিরূপ ভাবে আসিতেছে? ক্রমগমন বা প্রবাহন দ্বারা নয়। কারণ বস্তুটী ও হাতের বাদধানে বায়ু আছে এবং যদিও বস্তুটির ঠিক পরলভ্য বায়ু ক্রমগমন হেতু তাপ পায় বটে কিন্তু ঐরূপ ভাবে তপ্ত বায়ু পার্শ্ববর্তী দিকে আসিতে পারে না। তাহা বিক্ষরণে হালকা হইয়া প্রবাহনে উর্দ্ধে উঠিয়া যাইবে। অতএব দোখিতে পাওয়া যাইতেছে যে বস্তুটী হইতে তাপ বায়ুর মধ্য দিয়া হাতে আসিতেছে এবং সেই তাপ বায়ুকে তপ্ত করিতেছে না, কারণ যদি কোন তাপ লইয়া বায়ু তপ্ত হয় তাহা হইলে সেই তাপ বায়ুর সহিত উর্দ্ধে উঠিয়া যাইবে। এইভাবে তাপ বস্তুটী হইতে চতুর্দিকে সরল রেখায় ছড়াইয়া পড়িতেছে, যেৰূপ ভাবে কোন গোলকের কেন্দ্র হইতে উহার ব্যাসার্ধগুলি চতুর্দিকে প্রসারিত হয়। তাপের এইরূপ কোন কিছুকে তপ্ত না করিয়া চতুর্দিকে প্রসারণের নাম প্রসারণ। এই প্রসারণ দ্বারা সূর্য্য হইতে তাপ পৃথিবাতে আসে। ক্রমগমন বা প্রবাহন হেতু কোন বস্তুর তাপনাশ বন্ধ করা অসম্ভবধি কোন উপায় দ্বারা সম্ভবপর হয় নাই। তাপ, আলৌকিক, শব্দ, প্রভৃতি প্রসারণ দ্বারা স্থানান্তরিত হয় বলিয়া ইহাদিগকে প্রসারণী শক্তি (Radiant Energy) বলে।

**ফ্লাশ-পয়েন্ট (Flash-point)** কোন তৈল কিম্বা স্পিরিটকে যদি খোলা পাত্রে গরম করা যায় এবং তপ্ততামান দ্বারা তপ্ততা দেখিতে থাকা যায় তবে দেখিতে পাওয়া যাইবে যে, তপ্ততাক্রমে এমন একটা অবস্থা আইসে যেখানে অগ্নি উহার নিকটে লইয়া গেলে উহার উপরিস্থ ধূমে অগ্নি প্রজ্জ্বলিত হইয়া উঠে। তৈলের এই অবস্থাকে আমরা ওপেন ফ্লাশ-পয়েন্ট (Open Flash-point) বলিয়া থাকি। (সাবধান যেন পেট্রোল বা ভোলেটাইল স্পিরিটে এই পরীক্ষা করা না হয়, কারণ উহাদের ফ্লাশ-পয়েন্ট অতিশয় অল্প (low), অতএব উহার দ্বারা বিপদ ঘটবার সম্ভাবনা)। উহা আরও উত্তপ্ত করিলে তৈলের উপর অগ্নি জ্বলিতে থাকে। সেই অবস্থাকে বার্নিং-পয়েন্ট (Burning-point) কহে।

**জ্বালানী দ্রব্যের বা ইন্ধনের উত্তাপ পরিমাণ।**

ভিন্ন ভিন্ন ইন্ধনের ওজন অনুসারে উহাদিগের হইতে কম বেশী উত্তাপ শক্তি পাওয়া যায়। নিম্নলিখিত তালিকায় কতকগুলি ইন্ধনের এক পাউণ্ডে কত উত্তাপ শক্তি (Thermal Unit) আছে তাহা দেওয়া হইল।

**ইন্ধনের উত্তাপ শক্তির তালিকাঃ—**

- ১ পাউণ্ড কয়লা (Coal)—১৪৪১০ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট্
- ১ পাউণ্ড পেট্রোল (Petrol)—১২৪১০—২০৪২০ গ্র
- ১ কিউবিক ফুট কোল গ্যাস—৩৯২ গ্র
- ১ কিউবিক ফুট ডজন গ্যাস—২৮৩ গ্র

## অষ্টবিংশ পারচয় ।

হর্ষ পাওয়ার হিসাবে ইঞ্জিনের উদ্ভাপ পরিমাণ

১ পাঃ পেট্রোলে প্রায়, ২০,০০০ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট।

জুলের হিসাব মত ১ ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিটে ৭৭২ ফুট-পাঃ কার্য সাধিত হয়।

অতএব ১ পাঃ পেট্রোলে ২০,০০০ × ৭৭২ = ১৫৪৪০০০০ ফুট-পাঃ কার্য সাধিত হয়।

আমাদের জানা আছে যে ওয়াটের মতে ৩৩,০০০ ফুট পাঃ কার্য এক মিনিটের মধ্যে সাধিত হইলে তাহাকে হর্ষ পাওয়ার মিনিট বলা যায়।

অতএব হর্ষ পাওয়ার ঘণ্টা হইলে ৩৩,০০০ × ৬০ কার্য ইউনিট।

অতএব এক পাউণ্ড পেট্রোল এক ঘণ্টায় ব্যবহৃত হইলে—

$$\frac{১৫৪৪০০০০}{৩৩,০০০ \times ৬০} = ৭.৮ \text{ হর্ষ পাওয়ার উৎপন্ন করে।}$$

যদি একটি গাড়ীর গতি ঘণ্টায় ৬০ মাইল হয় এবং উহার ওজন ১ টন হয় তবে দেখা যায় যে সাধারণ রাস্তার উপর দিয়া রাস্তা ও বায়ুর প্রতিবন্ধকতা প্রভৃতির বিরুদ্ধে গাড়ী টানিতে হইলে প্রতি টন পিছু কম বেশী ২০০ পাঃ প্রয়োজন হয়।

অতএব দেখা যাইতেছে যে ৩০ মাইল বেগে গাড়ী চলিতে হইলে।

$$\frac{২০০ \times ৩০ \times ১৭৬০ \times ৩}{৩৩,০০০ \times ৬০} = ১৮ \text{ হর্ষ পাওয়ার}$$

অতএব দেখা যায় যে ইঞ্জিনের কার্যকরণ হিসাবে ১৬ হর্ষ পাওয়ার ঘণ্টায় প্রস্তুত করিতে হইলে ২ পাউণ্ড পেট্রোলের প্রয়োজন হয়। কিন্তু প্রকৃত কার্যোপযোগী ইঞ্জিনে কালনিক ইঞ্জিন অপেক্ষা ৫ গুণ অধিক পেট্রোল প্রয়োজন হয়। অতএব ১৬ হর্ষ পাওয়ার ১ ঘণ্টা কাল অবধি প্রস্তুত করিতে হইলে ২ × ৫ = ১০ পাউণ্ড পেট্রোলের প্রয়োজন হয়।

৭০০ পেট্রোলের ওজন প্রতি গ্যালনে ৭ পাউণ্ড, অতএব যদি ১০ পাউণ্ড পেট্রোলে ৩০ মাইল চলে তবে ১ গ্যালন পেট্রোলে ২১ মাইল চলিবে।

### হর্ষ পাওয়ার নিরূপণ—

১। হর্ষ পাওয়ার (Horse-power) বা ঘোড়ার ক্ষমতা, ইহা পূর্বেই উক্তমরূপে বর্ণিত হইয়াছে। সময়ের সহিত কার্যের হিসাবকে হর্ষ পাওয়ার কহে। এক মিনিটের মধ্যে ৩৩,০০০ পাউণ্ডকে ১ ফুট স্থানান্তরিত করিলে উহার যে শক্তির প্রয়োজন হয় তাহাকে ব্রেক হর্ষ পাওয়ার বলা যায়। ইঞ্জিনের হর্ষ পাওয়ার এই হিসাবানুসারে স্থিরীকৃত হয়। করানী হর্ষ পাওয়ার ৩২৪৪২ ফুট-পাউণ্ড। অতএব দেখা যায় যে বিটল হর্ষ পাওয়ার অপেক্ষা করানীর হর্ষ পাওয়ার কিছু অধিক।

২। ব্রেক হর্ষ পাওয়ার (Brake Horse Power, —B. H. P.)—যে ক্ষমতা যথার্থ কার্যের জন্য পাওয়া যায় তাহাকে ব্রেক হর্ষ পাওয়ার বলা যায়। উহা ফ্রাই-হইলের উপর ব্রেক দিয়া স্থিরীকৃত হয়। উহার হিসাব প্রণালী—

$$\text{ব্রেক হর্ষ পাওয়ার} = \frac{\pi d \times (W_1 - W_2) \times N}{৩৩,০০০}$$

এখানে  $P = ৩০১৪৬৯$  বা  $২২$  ;  $d =$  ফ্লাই-হুইলের ব্যাসের মাপ ইঞ্চি হিসাবে—

$W_1 =$  ব্রেকের টানের দিক ;  $W_2 =$  ব্রেকের টানের বিপরীত দিশাংশ ।

$N =$  ফ্লাই হুইলের বৃত্তাবর্তনের এক মিনিটের সংখ্যা ।

৩। “একচুয়াল” বা বার্থার্ব হর্স পাওয়ার (Actual Horse power)—যে ক্ষমতা ইঞ্জিন হইতে পাওয়া যায় অর্থাৎ ইঞ্জিনের মধ্যে গ্যাস প্রযুক্তি হইয়া যে ক্ষমতা উৎপন্ন করে এই সম্পূর্ণ ক্ষমতার কিয়দংশ ইঞ্জিনের নিজের কার্যে লাগিয়া, যায়, অতএব ইহার ব্যবহার হয় না। সচরাচর মেকারেরা ব্যবসা স্বত্রে ইঞ্জিনের ক্ষমতা দেখাইবার জন্য প্রকাশ করিয়া থাকেন, ইহা অর্থ শূন্য ।

৪। ইণ্ডিকেটেড হর্স পাওয়ার (Indicated Horse power, I. H. P.)—ইহা ইণ্ডিকেটার নামক যন্ত্রের সাহায্যে পরিমিত হয়। এক বর্গ ইঞ্চির (Square-inch) প্রতি বত পাঃ চাপ পড়ে, সেইরূপ সমস্ত বর্গ ইঞ্চি হিসাব করিয়া উহাকে স্ট্রোকের দাপ এবং এক মিনিটে বত স্ট্রোক হয় তাহা দিয়া গুণ করিয়া ৩৩০০০ দিয়া ভাগ দিয়া পুনরায় ৪ দিয়া ভাগ দিলে ফোর বা চারি স্ট্রোক ইঞ্জিনের হর্স পাওয়ার পাওয়া যায় ।

$$\text{Formula — I. H. P.} = \frac{P. L. A. N.}{৩৩০০০}$$

ইহা ডবল এ্যাকটিং স্টিম ইঞ্জিনের জন্য এবং চারি সিলিণ্ডারের পেট্রোল ইঞ্জিনের জন্য ।

Note :—যুঁকিবার সুবিধার জন্য কোন কোন স্থলে ইংরাজি অক্ষর ব্যবহার হইয়াছে ; উহাদের বাংলা ভাষার লিখিতে গেলে উহার আরও জটিল হইয়া পড়ে ।

$$\text{I. H. P.} = \frac{P. L. A. N.}{৩৩,০০০} \times \frac{১}{৪} \text{ সিম্পল সিলিণ্ডার চারি স্ট্রোক ইঞ্জিন ।}$$

$$\text{I. H. P.} = \frac{P. L. A. N.}{৩৩,০০০} \times \frac{১}{২} \text{ সিম্পল সিলিণ্ডার দুই স্ট্রোক ইঞ্জিন ।}$$

এখানে— $P =$  (Total pressure in lb) পাঃ হিসাবে সমস্ত বর্গ ইঞ্চিতে চাপ ।

$L =$  (Length of Stroke in feet) স্ট্রোকের ফুট হিসাবে পরিমাপ ।

$A =$  (Area in square inch) সিলিণ্ডারের বিস্তার বর্গ ইঞ্চি হিঃ ।  $N =$  (Number of Stroke per minute) এক মিনিটের মধ্যে বতগুলি স্ট্রোক হয়, ফ্লাই-হুইলের গতি দৃষ্টে উহা লক্ষিত হইবে ।

মেকানিকাল এক্সিসিয়েন্সি (Mechanical Efficiency) বা যন্ত্র কৃত ক্ষমতার পারকতা, অর্থাৎ যে পরিমাণ ক্ষমতার নিয়োগ করা যায় সেই পরিমাণ ক্ষমতা কার্যকালে পাওয়া যায় কিনা। কারণ সিলিণ্ডারের মধ্যে যে ক্ষমতা উৎপন্ন হয় তাহার অনেকাংশ ইঞ্জিনকে চালাইবার জন্য প্রয়োজন হয়, অতএব সম্পূর্ণ ক্ষমতা কার্যে আইসে না : উহা (Per cent) শতকরা হিসাবে উক্ত হয় ।

মেকানিকাল এফিসিয়েন্সিঃ— $\frac{\text{ক্ষমতার কার্য}}{\text{ক্ষমতার নিয়োগ}} \times ১০০$

উপরউক্ত প্রণালীতে কার্যকরী ক্ষমতা শতকরা হিসাবে বাহির হইবে।

**ইঞ্জিনের ব্রেক হর্ষ পাওয়ার পরীক্ষা।**

প্রিং ব্যালান্স দ্বারা পরীক্ষা—ফ্লাই-হুইলের উপর ব্লক বনাইয়া উহার উপর একটি শূক্ল রজ্জু দুই পাক জড়াইয়া দেওয়া হয়। উহা এমন ভাবে স্থাপিত হয় যেন ইঞ্জিন চলিবার সময় ঐ রজ্জুর এক সীমায় একটি নির্দিষ্ট ওজন দেওয়া হয় এবং অপর সীমায় একটি প্রিং ব্যালান্স লাগান হয় ; ঐ দুইটি দ্রব্য ইঞ্জিনের গতি স্থির করিয়া লাগান হয়। যে দিক হইতে টান পড়িবে সেই দিকে প্রিং ব্যালান্সটি আব অপর দিকে ঐ নির্দিষ্ট ওজনটি বাঁধিয়া দেওয়া হয়। ঐ ক্র্যাঙ্ক-সাক্টের গতি নিরূপণ করিবার জন্য একটি গতি-নিরূপণ-যন্ত্র টিক সাক্টের কেন্দ্রে লাগাইয়া দেওয়া হয় ( Revolution-counter or Tachometer )। যখন ইঞ্জিন চলিতে থাকে তখন রজ্জুর দ্বারা প্রিং ব্যালান্সে টান পড়ে এবং উহার কাঁটাতে দেখা যায় যে কত পাউণ্ড টান পড়িতেছে।

নিম্ন তালিকামত বিষয়গুলির প্রতি দৃষ্টি রাখিতে হইবে।

মিনিটের গতি N.	নির্দিষ্ট ওজনের পাউণ্ড হিঃ W <sub>1</sub>	প্রিং ব্যালান্সের ওজন কাঁটার দ্বারা নিরূপণ। W <sub>2</sub>	ফ্লাই-হুইলের ব্যাস উহার কেন্দ্র হইতে রজ্জুর কেন্দ্র পর্যন্ত লইতে হইবে। d.
৪০০	১৬০	১০	১ ফুট

$$\text{উদাহরণ—B. H. P.} = \frac{\pi \cdot d \cdot \times N (W_1 - W_2)}{৩৩,০০০}$$

$$\text{অতএব } \frac{\pi \cdot d \times ১ \times ৪০০ (১৬০ - ১০)}{৩৩,০০০} = \frac{৪০}{৭} = ৫.৭ \text{ B.H.P.}$$

এখানে দেখা যায় যে— $\pi = \frac{২২}{৭}$ ,  $d$  = ফ্লাই-হুইলের ব্যাস (diameter)

$N$  = ফ্লাই-হুইল মিনিটে যতবার ঘুরে।

$W_2$  = নির্দিষ্ট বা নির্ধারিত ওজন।

$W_1$  = প্রিং ব্যালান্সের কাঁটার দর্শিত ওজন।

### ব্রেক-টেস্টের বিতীক্ষণ পদ্ধতি—

ইঞ্জিন প্রস্তুত কবিলার পর উহার হর্ষ পাওয়ার টেস্ট হইয়া থাকে। উহা রজ্জু ব্যতীত অত্র উপায়েও স্থিরীকৃত হয়। কেহ কেহ দুইটি কাঠের ব্রেক-শু এমন ভাবে প্রস্তুত করেন, যাহাতে উহা ফ্লাই-হুইলকে ঠিক ভাল রূপে ধরিতে পারে। উহার দ্বারা কম বেশী চাপিলার পস্থা রাখা হয় যাহাতে ফ্লাই-হুইলকে ঐরূপ চাপিতে পারে। উহাদের মধ্যে একটির একধার হইতে একটা বাহু বাহির হইয়াছে। ঐ বাহুর শেষ ভাগে কিছু ওজন দিতে হয় এবং গতি নিরূপণ যন্ত্রের সাহায্যে ক্র্যাঙ্ক-সাক্টের গতি স্থির করা হয়।

$$\text{Formulae—B.H.P.} = \frac{W \times L \times R \times \text{Circumference}}{33,000}$$

এখানে—W = ওজন (weight)।

L = উহার ফুট হিসাবে মাপ। উহী ফ্লাই-হুইল কেন্দ্র হইতে স্থাপিত ওজনের মধ্যভাগ পর্যন্ত ফুট হিসাবে মাপ দয়া হয়।

R = ফ্লাই-হুইলের প্রত্যাবর্তন (Revolution) সংখ্যা (এক মিনিটে)।

Circumference = একবার আবর্তনের পথের মাপ। Circum. =  $\pi d$ ।

এক হর্ষ পাওয়ার = ৩৩,০০০ ফুট-পাউন্ড-মিনিট।

**ইঞ্জিনের বৈদ্যুতিক হিসাবে পরীক্ষা (Electrical Test)**—এই পরীক্ষা সর্বপ্রকার পরীক্ষা অপেক্ষা উত্তম ও সুন্দর। ইঞ্জিনের সহিত ডায়নামো সংযোগ করিয়া উহার ক্ষমতা স্থিরীকৃত হয়। ঐ ডায়নামার ক্ষমতা ইঞ্জিন অপেক্ষা অধিক হওয়া প্রয়োজন। ডায়নামোর সহিত ইঞ্জিন কাপলিং দ্বারা সংযোজিত হয় এবং উহার লাইনের সহিত একটা ভোল্টমিটার (প্যারালালে) এবং একটা আমমিটার সিরিজে যোগ করা হয়। ডায়নামোতে (লোড) আলোক কিম্বা কোন রেজিষ্ট্যান্স দেওয়া হয়। যখন ইঞ্জিন চলিতে থাকে ডায়নামো হইতে বৈদ্যুতিক ক্ষমতা উৎপাদিত হইয়া ঐ ব্যতি কিম্বা রেজিষ্ট্যান্সের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইতে থাকে। উহা উক্ত আমমিটার ও ভোল্টমিটারে দৃষ্ট হয়। পূর্ব্বেই বলা হইয়াছে যে টেলেকট্রিক ক্ষমতা বা তাহার কার্য্য অ্যাম্পিয়ারকে ভোল্ট দিয়া গুণ করিলেই পাওয়া যায়। ঐ কার্য্যকে আমরা ওয়াট বলিয়া থাকি। এক অ্যাম্পিয়ারকে এক ভোল্ট দিয়া গুণ করিলে এক ওয়াট হয়। ঐরূপ ৭৪৬ ওয়াটে ১ হর্ষ পাওয়ার হয়।

অতএব দেখা যায় যে  $A \times V = \text{Watt (ওয়াট)} ;$

অতএব—E. H. P. = ৭৪৬ Watt (ওয়াট) ।

$$\frac{A \times V}{746} = \text{ব্রেক-হর্ষ-পাওয়ার।}$$

Note,—বেয়ারিং ফ্রিকসান এই স্থানে লওয়া হয় নাই।

সিলিণ্ডারের মাপ হিসাবে হর্ষ-পাওয়ার

### • নির্ধারণ

১। সিলিণ্ডারের লিটার অনুসারে পরিমাণ  $\times$  এক মিনিটে ফ্রাই-হুইল কতবার ঘুরে  $\times ০০৬৪$  কে ১২০০ দিয়া ভাগ দিলে হর্ষ পাওয়ার নির্দেশ হয়।

২। সিলিণ্ডারে (ঘন ইঞ্চি  $\times$  সংখ্যা) মিনিটে সাফ্ট কতবার ঘুরে।

১২০০

= হর্ষ পাওয়ার (H. P.)

৩।  $\frac{[\text{সিলিণ্ডারের ব্যাস (dia) } \times \text{ষ্ট্রোকের মাপ}]^2 \times \text{সংখ্যা}}{৬৫০০} = \text{H. P.}$

৬৫০০

Note,—যদিও উপরি উক্ত কয়েকটি প্রণালী হর্ষ পাওয়ার বাহির করিবার জন্য নির্দিষ্ট হইয়াছে, তথাপি উহাদের দ্বারা কখনও ঠিক হিসাব করিতে পারা যায় না, কারণ ক্ষমতা নির্দেশ অনেক প্রকারে কঠিন হইয়া পড়ে। অনেক সময় কম্পেসান অভাবে কিং ক্রসান দ্বারা, পেট্রলের গুণানুসারে কাছের প্রতিবন্ধকতা ঘটে এবং সেটিং ঠিক না হইলে সকলই বৃথা হয়।

সমতল ভূমিতে ইঞ্জিন বা মোটরের হর্ষ-পাওয়ার।

$$\text{H. P.} = \frac{F \times W \times D}{33000 \times T}$$

এখানে—  
 $\left\{ \begin{array}{l} F = \text{প্রত্যেক টন প্রতি ৫০ পাঃ ধরিয়া লইতে হয়।} \\ W = \text{টন হিসাবে মোট ওজন।} \\ D = \text{ফুট হিসাবে দূরত্ব।} \\ T = \text{মিনিট হিসাবে সময়।} \end{array} \right.$

গাড়ী ডেচ উত্তিতে হইলে—হর্ষ পাওয়ার।

$$\frac{D \times W}{H \times 33000 \times T} = \text{H. P.}$$



এখানে— $\begin{cases} D = \text{ক'ট হিসাবে সম্পূর্ণ দূরত্ব।} \\ H = \text{এক ক'ট খাড়াইয়ের ঢালুর দূরত্ব (Slant distance)} \\ W = \text{গাড়ীর সম্পূর্ণ ওজন।} \\ T = \text{মিনিট হিসাবে সময়।} \end{cases}$

ব্রহ্মেন অটোমবাইল ক্লাবের হিসাব প্রণালী।

$$\frac{(\text{সিলিণ্ডারের ব্যাস}) \times (\text{সিলিণ্ডারের সংখ্যা})}{\dots} = H.P. \text{ (হ'ব.পাওয়ার)}$$

### ছইটওয়ার্থ প'গানের কলিকণ

বেণ্টের বাসের মাপ এক ইঞ্চিতে কত গুণা বেণ্টের বাসের মাপ, এক ইঞ্চিতে কত গুণা

১/৮ ইঞ্চি	৪০ "	১/৮ ইঞ্চি	৭ "
১/৪ "	২০ "	১/৪ "	৭ "
৩/৮ "	১৬ "	১/৪ "	৬ "
১/২ "	১২ "	১/৪ "	৬ "
৫/৮ "	১১ "	১/৪ "	৫ "
৩/৪ "	১০ "	১/৪ "	৫ "
৭/৮ "	৯ "	১/৪ "	৪'৫ "
১ "	৮ "	১/৪ "	৪'৫ "

### MENSURATION FORMULAE.

In the following formulae : A denotes area ; S surface ; V, volume ; a, b, c, the sides of a figure ; h, the altitude ; l, the Slant height. ; R and r, radii of circles.

Rectangle or Parallelogram,  $A = ah$ .

Triangle,  $A = \frac{1}{2} ah$  or  $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ ,  
where  $s = \frac{1}{2} (a+b+c)$ .

Trapezium—Parallel sides a and b,  $A = \frac{1}{2} (a+b) h$ ,

Circle, Circumf.  $= 2\pi \times r$ ,  $A = \pi \times r^2$ , or  $\pi (R^2 - r^2)$ .

Ellipse—Semiaxes a and b,  $A = \pi \times ab$ .

Prism  $S = 2(ab+bc+ac)$ ,  $V = abc$ , diagonal  $= \sqrt{a^2+b^2+c^2}$

Cylinder,  $S = 2\pi \times r h + 2\pi \times r^2$ ,  $V = \pi \times r^2 h$

Cone,  $S = \pi \times r l + \pi \times r^2$ ,  $V = \frac{1}{3} \pi \times r^2 h$

Sphere,  $S = 4\pi \times r^2$ ,  $V = \frac{4}{3} \pi \times r^3 = 5236d_3$ .

Ring,  $S = 4\pi^2 Rr$ ,  $V = 5\pi^2 r^2 R$ .

## DEFINITIONS OF UNITS.

(FROM SMITHSONIAN TABLES.)

**ACTIVITY.** Power of rate of doing work ; unit, the Watt. •

**AMPFRE.** Unit of electrical current. The international ampere, "which is one-tenth of the unit of current of the C. G. S. system of electromagnetic units, and which is represented sufficiently well for practical use by the unvarying current which, when passed through a solution of nitrate of silver in water, and in accordance with accompanying specifications, deposits silver at the rate of 0.00111800 of a gram per second."

The ampere = 1 coulomb per second = 1 volt across 1 ohm =  $10^{-1}$  E. M. U. =  $3 \times 10^9$  E. S. U. ( E M. U. = C. G. S. electromagnetic units. E. S. U = C. G. S. electrostatic units).

Amperes = volts/ohms = watts/volts.

Amperes  $\times$  volts = amperes<sup>2</sup>  $\times$  ohms = watts

**ANGSTROM.** Unit of wave-length =  $10^{-10}$  meter,

**ATMOSPHERE.** Unit of pressure.

English normal = 14.7 pounds per sq. in. = 29.929 in. = 760.18 mm. Hg. 32°F.

French normal = 760 mm of Hg. 0°C = 29.922 in. = 1470 lbs. per sq. in.

**BAR.** A pressure of one dyne per cm<sup>2</sup>.

**BRITISH THERMAL UNIT.** Heat required to raise one pound of water at its temperature of maximum density, 1°F. = 252 gram-calories. • •

**CALORIE.** Small calorie = gram-calorie = therm = quantity of heat required to raise one gram of water at its maximum density, one degree Centigrade.

Large calorie = kilogram-calorie = 1000 small calories  
= one kilogram of water raised one degree Centi-  
grade at the temperature of maximum density.

CANDLE INTERNATIONAL. The international unit of candlepower maintained jointly by national laboratories of England, France and United States of America.

CARAT. The diamond carat standard in U. S.—200 milligrams. Old standard 205.3 milligrams = 3.168 grs.

The gold carat : pure gold is 24 carats ; carat is  $\frac{1}{24}$  part.

CIRCULAR AREA. The square of the diameter =  $1.2734 \times$  true area.

True area =  $9.785321 \times$  circular area.

COULOMB. Unit of quantity. The international coulomb is the quantity of electricity transferred by a current of one international ampere in one second —  $10^{-1}$  E. M. U =  $3 \times 10^9$  S. U.

Coulombs = (volts-seconds) / omhs = ampers  $\times$  seconds.

CUBIT = 18 inches.

DAY. Mean solar day = 1440 minutes = 86400 seconds  
= 1.0097379 sidereal day, Sidereal day = 86164.20 mean solar seconds.

D<sub>1</sub>G<sub>1</sub>T.  $\frac{3}{4}$  inch. ; 112 the apparent diameter of the sun or moon.

DIOPTR. Unit of "power" of a lens. The number of diopters = the reciprocal of the focal length in meters.

DYNE. C. G. S. unit of force = that force which acting for one second on one gram produces a velocity of one cm. per sec. =  $1g \div$  gravity acceleration in cm/sec sec.

Dynes = wt. in gram.  $\times$  acceleration of gravity in cm/sec/sec.

**ELECTRO CHEMICAL EQUIVALENT** is the ratio of the mass in grams deposited in an electrolytic cell by an electrical current to the quantity of electricity. •

**ERG.** C. G. S. unit of work and energy = one dyne acting through one centimeter.

**FARAD.** Unit of electrical capacity. The international farad is the capacity of a condenser charged to a potential of one international volt by one international coulomb of electricity =  $10^{-9}$  E. M. U. =  $9 \times 10^{11}$  E. S. U. The one-millionth part of a farad (microfarad) is more commonly used.

Farads = coulombs/volts.

**FOOT-POUND.** The work which will raise one pound one foot high.

**FOOT-POUNDS.** The English unit of work = foot pounds/g. [g.—acceleration produced by gravity] •

**GAUSS.** A unit of intensity of magnetic field = 1 E. M. U. =  $\frac{1}{10} \times 10^{-10}$  E.S.U.

**GRAM-CENTIMETER.** The gravitational unit of work = g. ergs.

**HEAT OF THE ELECTRIC CURRENT** generated in a metallic circuit without self-induction is proportional to the quantity of electricity which has passed in coulombs multiplied by the fall of potential in volts, or is equal to (coulombs  $\times$  volts)/4.181 in calories. •

The heat in small or gram calories per second = (amperes<sup>2</sup>  $\times$  ohms) / 4.181 = volts<sup>2</sup> / (ohms  $\times$  4.181) = (volts  $\times$  amperes) / 4.181 = watts / 4.181.

**HEAT.** Absolute zero of heat =  $-273.13^{\circ}\text{C.}$ ,  $-218.5^{\circ}\text{R.}$ ,  $-459.6^{\circ}\text{F.}$  • •

**HEFNER UNIT.** Photometric standard. • •

**HENRY.** Unit of induction. It is "the induction in a circuit when the electromotive force induced

in this circuit is one international volt, while the inducing current varies at the rate of one ampere per second." =  $10^9$  E.M.U. =  $1/9 \times 10^{-11}$  E.S.U.

**HORSE POWER.** The English and American horsepower is defined by some authorities as 746 watts and by others as 440 foot-pounds per second. The continental horsepower is defined by some authorities as 735 watts and by others as 75 kilogram-meters per second.

**JOULE.** Unit of work =  $10^7$  ergs. Joules = (volts<sup>2</sup> × seconds) / ohms = watts × seconds = amperes<sup>2</sup> × ohms × sec

**JOULE'S EQUIVALENT.** The mechanical equivalent of heat =  $4.185 \times 10^7$  ergs.

**KILODYNE.** 1000 dynes. About one gram.

**KINETIC ENERGY** in ergs = grams × (cm./sec.)<sup>2</sup> / 2.

**LITRE.** The quantity of pure water at 4°C (760 mm. Hg. pressure) which weighs 1 kilogram and = 1.000027 cu. dm.

**LUMEN.** Unit of flux of light-candles divided by solid angles.

**MEGABAR.** Unit of pressure = 1,000,000 bars = 0.987 atmospheres.

**MEGADYNE.** One-million dynes. About one kilogram.

**METER CANDLE.** The intensity of illumination due to standard candle distant one meter.

**MHO.** The unit of electrical conductivity. It is the reciprocal of the ohm.

**MICRO.** A prefix indicating the millionth part.

**MICROFARAD.** One-millionth of a farad, the ordinary measure of electrostatic capacity.

**MICRON,** One-millionth of a meter.

**MIL.** One-thousandth of an inch.

MILE, Nautical or geographical = 6080.204 feet.

MILLI. A prefix denoting the thousandth part.

MONTH. The anomalistic month = time of revolution of moon from one perigee to another = 27.55460 days.

The nodical month = draconitic month = time of revolution from a node to the same node again = 27.21222 days.

The sidereal month = the time of revolution referred to the stars = 27.2166 days (mean value) but varies by about three hours on account of the eccentricity of the orbit and "perturbations."

The synodic month = the revolution from one new moon to another = 29.5306 days (mean value) = the ordinary month. It varies by about 13 hours.

OHM. Unit of electrical resistance. The international ohm is based upon the ohm equal to  $10^9$  units of resistance of the C. G. S. system of electromagnetic units and "is represented by the resistance offered to an unvarying electric current by a column of mercury, at the temperature of melting ice, 14.4521 grams in mass, of a constant cross section and of the length of 106.3 centimeters." =  $10^9$  E.M.U. =  $1/9 \times 10^{-11}$  E.S.U.

International ohm = 1.01367 B. A. ohms = 1.06292 Siemens' ohms.

B. A. ohm = 0.98651 international ohms.

Siemens' ohm = 0.94080 international ohms.

PENTANE CANDLE. Photometric standard.

$\pi = 22/7$  = ratio of the circumference of a circle to its diameter = 3.14159265359.

POUNDAL. The British unit of force. The force which will in one second impart a velocity of one foot per second to a mass of one pound.

RADIAN =  $180^\circ / \pi = 57^\circ 29' 78'' = 57^\circ 17' 45'' = 206265''$ .

SECOHM. A unit of self-induction = 1 sec  $\times$  1 ohm.

THERM = small calorie = (obsolete.)

THERMAL UNIT, BRITISH = The quantity of heat required to warm one pound of water at its temperature of maximum density one degree Fahrenheit = 252 gram-calories.

VOLT. The unit of electromotive force (E. M. F.) The international volt-is "the electromotive force that, steadily applied to a conductor whose resistance is one international ohm, will produce a current of one international ampere. The value of the E. M. F. of the Weston Normal cell is taken as 1.0183 international volts at  $20^\circ\text{C}$ . =  $10^8$  E. M. U =  $1/300$  E. S. U

VOLT-AMPERE. Equivalent to Watt/Power factor.

WATT. The unit of electrical power =  $10^7$  units of power in the C. G. S. system. It is represented sufficiently well for practical use by the work done at the rate of one joule per second.

Watts = volts  $\times$  amperes = amperes<sup>2</sup>  $\times$  ohms = volts<sup>2</sup> / ohms (direct current or alternating current with no phase difference). Wats  $\times$  seconds = Joules.

WEBER; A name formerly given to the coulomb.

WORK in ergs = dynes  $\times$  cm. Kinetic energy in ergs = grams  $\times$  (cm./sec.)<sup>2</sup> / 2.

YEAR.

	days,	hours,	minutes,	seconds.
Anomalistic year =	365	6	13	48
Sidereal „ =	365	6	9	9'314
Ordinary „ =	365	5	48	46'4
Tropical „	same as the ordinary year.			

## ১. উনত্রিংশ পরিচয়

### বেতার বা অস্বারলেস (Wireless) বার্তা।

বেতার বার্তাপ্রেরণের অস্বাভাবিক দূরত্ব পুস্তকের অন্তর্গত নহে, তবে অনেক গৃহেই ইহা আজকাল ব্যবহৃত হইতেছে বলিয়া ব্যবহার প্রণালী সম্বন্ধে কিছু বলা হইবে।

আমরা জানি একস্থানে শব্দ করিলে অপব স্থান হইতে তাহা শ্রুত হইতে পারে। এই স্থানদ্বয়ের মধ্যে বায়ু বা বায়বীয় কোন পদার্থের উপস্থিতি প্রয়োজন। শব্দ বায়বীয় পদার্থের অনুষ্ঠলের কম্পন ব্যতীত আব কিছুই নহে। কোন নির্দিষ্ট হারে কম্পমান বায়বীয় পদার্থের অনুষ্ঠল কর্তব্যমধ্যস্থ দ্বকে পড়িলে দ্বক কাপিতে থাকে এবং দ্বকের ঐ কম্পন স্বায়ু দ্বারা মস্তিষ্কে চানিত হইলে শব্দের অনুভূতি হয়। বায়বীয় পদার্থকে কম্পমান করিবার নিমিত্ত কোন বস্তুর কম্পনের প্রয়োজন হয়, ইহাকে শব্দ উৎপাদক বা 'এমিটার' (Emitter) বলে, যথা,—টিউনিং ফর্ক, এসরাজ, সেতার প্রভৃতির তার সঙ্গীত, ঢোলকের চামড়া ইত্যাদি। কোনস্থানে এমিটারকে কম্পমান করিলে তৎ-সম্মিলিত বায়বীয় পদার্থ কম্পিত হয়, এবং এই কম্পন চতুর্দিকে তরঙ্গের মত ছড়াইয়া পড়ে। যখন তরঙ্গ কর্ণে আসিয়া পৌছায়, তখন শব্দ শ্রুত হয়—কর্ণকে রিসিভার ও এমিটার ও রিসিভার মধ্যস্থ তরঙ্গায়িত বায়বীয় পদার্থকে মধ্যগ বা মিডিয়াম (medium) বলে।

দ্রিক সেইরূপ যদি একস্থানে কোন আলোকময় বস্তু থাকে, তাহা অপর স্থান হইতে দৃষ্ট হইতে পারে। এখানে দৃষ্ট হইবে যে, ঐ আলোকময় পদার্থ এবং চক্ষুর অন্তরী কেবল প্রকার পদার্থময় বস্তু না থাকিলেও আলোকময় বস্তুটা দৃষ্ট হয়। অর্থাৎ শব্দ শক্তি যেসকল পদার্থময় বস্তুর সাহায্যে এক স্থান হইতে অন্তর্য চালিত হয় আলোকশক্তির সেসকল পদার্থময় বস্তুর সাহায্য প্রয়োজন হয় না। আলোক শক্তিও শব্দ শক্তির ন্যায় তরঙ্গের মত চতুর্দিকে প্রসারিত হয় বটে, তবে এই তরঙ্গদ্বয়ের মধ্যে প্রভেদ এই যে শব্দ শক্তির তরঙ্গ Longitudinal এবং তাহা পদার্থময় বস্তুর অণুপরমাণুর কম্পন জনিত, আর আলোক শক্তির তরঙ্গ Transverse এবং কোন এক সর্বত্র বিরাজমান অপদার্থ বস্তু বিশেষের অণুপরমাণুর কম্পন জনিত। সর্বত্র বিরাজমান এই অপদার্থ বস্তুটির অস্তিত্ব ঐশ্বর্যমূলক যাহা আলোকাদির স্তায় শক্তির চলাচল বৃদ্ধিবার নিমিত্ত অবধারণা করিয়া লইতে হয়, এবং ইহা 'ইথার' (Ether) নামে অভিহিত হয়। অতএব দেখা যাইতেছে যে বাদ্যযন্ত্র যেসকল বায়বীয় পদার্থের মধ্যে তরঙ্গ সঞ্জন করে যাহা কর্ণে পৌছিলে শব্দের প্রতীতি হয়, আলোকময় বস্তুও সেইরূপ ইথারের মধ্যে এক প্রকার তরঙ্গ উৎপাদন করে যাহা চক্ষুতে আসিয়া পৌছিলে আলোকময় বস্তুটা দৃষ্ট হয়। এখানে ঐ আলোকময় বস্তুটা এমিটার বা ট্যান্সমিটার, চক্ষু রিসিভার, এবং সর্বভেদী ইথার মধ্যগ বা মিডিয়ামের কার্য্য করিতেছে।

বেতার বার্তা প্রেরণ বা অস্বার-লেস টেলিগ্রাফিতে আলোক শক্তির চলাচল প্রণালীর



মত সম্ভাবন প্রণালীতে (এম পরিচয়) বৈদ্যুতিক শক্তির সাহায্যে ইথারের মধ্যে তরঙ্গ সৃষ্ট হয় এবং রিসিভিং স্টেশনে উপযুক্ত যন্ত্রের সাহায্যে ইথারের এই তরঙ্গকে পুনরায় বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত করিয়া সঙ্কেতাঙ্গি বুঝা হয়। সুতরাং সেণ্ডিং স্টেশন হইতে রিসিভিং স্টেশন পর্যন্ত কোন তারের প্রয়োজন হয় না। যে অবলম্বনটির সাহায্যে বৈদ্যুতিক শক্তিকে ইথারের তরঙ্গে পরিণত করা হয় তাহাকে ট্রান্সমিটার, এবং যাহার দ্বারা ইথারের এই তরঙ্গ সমূহকে পুনরায় বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত করা হয় তাহাকে রিসিভার বলে। সরকারী আইন অনুযায়ী ট্রান্সমিটার সকলে ব্যবহার করিতে পারেন না, পোষ্ট অফিস হইতে লাইসেন্স লইলে রিসিভার ব্যবহার করিতে পারেন। লাইসেন্সের মূল্য বাৎসরিক দশ টাকা। এই রিসিভারের প্রণালী নিয়ে বর্ণিত হইল।

সম্ভাবনের পরিচয় দৃষ্ট হইয়াছে একটি বিদ্যুৎদান বস্তু দ্বারা অপর একটি (ভূসংলগ্ন) পরিচালকে বৈদ্যুতিক শক্তি সম্ভাবিত হয় এবং বস্তুদ্বয় সম্মিলিত হইলে সম্ভাবিত শক্তির আধিক্য হেতু উহা যন্ত্র দ্বারা দৃষ্ট হয়। বেতার বার্তা প্রেরণের যে বৈদ্যুতিক শক্তি তাহা প্রেরণগৃহ (Transmitting Station) হইতে একটি তারে প্রেরিত হয়। সেই তারটি জমি হইতে প্রায় ১০০।১৫০ ফিট উচ্চে স্থাপিত থাকে যাহাতে ইহার প্রেরণ কাছের ব্যাঘাত না ঘটে। এই তারটি যখন বৈদ্যুতিক শক্তি দ্বারা উত্তেজিত হয় অর্থাৎ বৈদ্যুতিক অবস্থা প্রাপ্ত হয় তখন উহা যে কোন অপর পরিচালক বা কণ্ডাক্টরে বৈদ্যুতিক উত্তেজনা সৃষ্টি করে অর্থাৎ সম্ভাবন দ্বারা বৈদ্যুতিক শক্তি সৃষ্টি করে। এই শেষোক্ত (সম্ভাবিত) শক্তি যদি সাবধানে বেতার গ্রহণ যন্ত্রে (Receiver) লইয়া আসা যায়, আর সেই যন্ত্র যদি যথোপযুক্ত শক্তি সম্পন্ন হয় এবং প্রেরক যন্ত্রের সহিত মিল (in tune) থাকে তবে প্রেরণযন্ত্রের স্পন্দন গ্রহণ-যন্ত্রে অনুভূত হইবে। ইহাই বেতারের প্রণালী।

যে শব্দ বিস্তার (Broad cast) করিতে হইবে তাহা প্রেরণ গৃহে মাইক্রোফোন ট্রান্সমিটারের সম্মুখে উচ্চারিত করিতে হয়। নানা প্রকার শব্দ মাইক্রোফোনের গায়ে নানা প্রকার ধাক্কা মারে ও এই ধাক্কাগুলি নানা প্রকার অর্থাৎ স্পন্দনশীল (Pulsating) বৈদ্যুতিক শক্তিতে পরিণত হয়। প্রেরক তারটিতে পূর্বে হইতেই একভাবে স্পন্দনশীল প্রবাহ বহিতে থাকে এবং তাহার সহিত উপরোক্ত স্পন্দনশীল প্রবাহ যোজিত হয়। ইহাতে প্রেরক তারে যে এক ভাবের স্পন্দনশীল প্রবাহ বহিতেছিল তাহার স্পন্দনের বৈষম্য ঘটে। এই বৈষম্য গ্রহণ তারে ও তৎপরে গ্রহণ যন্ত্রে লক্ষিত হয়। ইহাই বেতার বার্তা।

বেতার বার্তা গ্রহণ করিতে হইলে প্রেরণ যন্ত্রের সঙ্গে গ্রহণ যন্ত্রের স্পন্দন এক হওয়া প্রয়োজন। অর্থাৎ প্রেরণ যন্ত্রে একটি স্পন্দনে যতটুকু সময় লাগে গ্রহণ যন্ত্রেও ঠিক সেই সময়ের মধ্যে যেন একটি বৈদ্যুতিক উত্তেজনা উৎপন্ন হইয়া ভূমিতে যায়। গ্রহণ যন্ত্রে প্রথমতঃ ডেরিয়েবল ইণ্ডাক্টলের পাকসংখ্যার হ্রাস বৃদ্ধি দ্বারা ও তৎপরে কন্ডেনসারের কেপাসিটি হ্রাস বৃদ্ধি দ্বারা এই কাৰ্য সাধিত হয়।

বেতার বার্তা গ্রহণে প্রধানতঃ তিনটি জিনিষ প্রয়োজন,—(১) শূন্যস্থ তার (Aerial), (২) ভূ-সংলগ্ন তার (Earthed wire) এবং (৩) গ্রহণ যন্ত্র (Receiver)।

১। গ্রহণ তার—ইহাকে ভূমি হইতে যথাসম্ভব উর্দ্ধে রাখিতে হয়। সাধারণতঃ

২।৩০ ফিট উচ্চ হইলে বেশ ভালই হইবে। এই তারটি ৭/২২ গেজের তার তার হইলেই বেশ ভাল হয়। দৈর্ঘ্য তারটি ১০০ ফিটের অধিক কিংবা খুব কম হওয়া বাঞ্ছনীয় নহে। এই তারকে ইনসুলেটর (পোর্সিলেন, কাচ বা এবনাইট) দ্বারা উহার পোষ্ট বা ভিত্তি হইতে রোধিত (ইনসুলেট) করিতে হয়। কোন কোন জেরাল যন্ত্রে বাহিরের এরিয়াল প্রয়োজন হয় না, তবে যদি প্রেরণ তার ২।১ মাইলের মধ্যে না হয় তাহা হইলে বাহিরের এরিয়াল অবশ্য একেবারে প্রয়োজন না হইলেও গৃহমধ্যস্থ এরিয়াল অপেক্ষা যে অনেক বিষয়ে উৎকৃষ্ট তাহাতে কোন সন্দেহ নাই।

২। ভূ-সংলগ্নতার—কলিকাতায় বা অন্য কোন সহরে যেখানে জলের কল আছে সেখানে কলের পাটপে বেশ করিয়া একটি তার ঝালিয়া লইলেই চলিবে (কলে যখন জল থাকিবে না তখন পাটপ ঝালি করিয়া ঝালিতে চড়াইবে)। পল্লীগ্রামে একটি বালতি বা কেরোসীনটিন মাটিতে পুতিয়া তাহার গায়ে একটি তার ঝালিয়া দিলেই চলিবে।

৩। গ্রহণ যন্ত্র :—গ্রহণ যন্ত্র মোটামুটি দুই প্রকার। একটির নাম ফটিক প্রস্তুত যন্ত্র বা ক্রীষ্টালসেট (Crystal set) আর অন্যটি ভালভ সেট (Valve set) অথবা বায়ুবিহীন একমিকে বৈদ্যুতিক শক্তি চালক যন্ত্র। আবার এই দুইটির সম্মিশ্রণে ক্রীষ্টাল ভালভ সেট (Crystal-valve set) নামক আর এক প্রকার যন্ত্রও প্রস্তুত হয়।

কয়েল :—প্রত্যেক যন্ত্রেই অন্ততঃ একটি করিয়া তারের কয়েল বা গুটি থাকে। উহা ইণ্ডাক্ট্যান্সের কার্য করে। এই কয়েল সাহায্যে প্রেরণ যন্ত্রের স্পন্দনের সহিত গ্রহণ যন্ত্রের স্পন্দনের অল্পবিস্তার সমতা বা ত্রৈক্য সাধিত হয়। এই কয়েলটী গ্রহণ তার এবং ভূ-সংলগ্ন তারের মধ্যে স্থাপিত হয়, অর্থাৎ উহার একটি প্রান্ত গ্রহণ ভাবে অপর প্রান্ত ভূ-সংলগ্ন তারে সংযুক্ত হয়।

কণ্ডেনসার :—এই কয়েলের সঙ্গে মিহিজে বা প্যারাললে উপযুক্ত পরিবর্তনক্ষম (Variable) কণ্ডেনসার যোগ করিলে তদ্বারা স্বল্পভাবে স্পন্দনের সমতা হুচাক ভাবে সাধন করা যায়।

ডিটেক্টর (Detector) :—ইহাই আসল গ্রহণ যন্ত্র। এই অবলম্বনটি দ্বারা প্রেরণ যন্ত্রের দ্রুত বৈদ্যুতিক স্পন্দন (High frequency) যাহা গ্রহণ যন্ত্রে এই অবস্থাতেই দ্রুত হয় তাহাকে শ্রবনোপযুক্ত ধীর স্পন্দনে (Audible frequency) পরিণত করা হয়। ডিটেক্টর দুই প্রকার—ক্রীষ্টাল ও ভালভ।

টেলিফোন, লাউডস্পীকার (Loudspeaker) বা শ্রবণ যন্ত্র—ইহা দ্বারা ধীর বৈদ্যুতিক (Low frequency) স্পন্দন শব্দে পরিণত হয়।

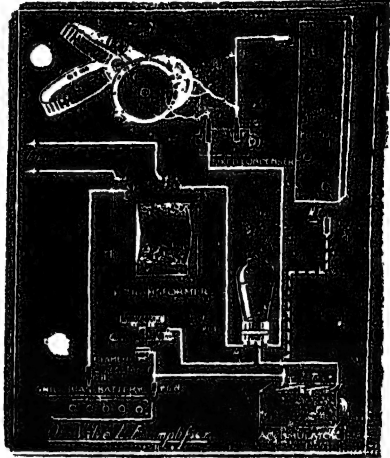
ক্রীষ্টাল-সেট (Crystal set) :—বেতার গ্রহণ যন্ত্রের মধ্যে ইহাই সকলের অপেক্ষা সরল। পরিবর্তনক্ষম কণ্ডেনসার এবং কয়েল দ্বারা যে ক্রীষ্টাল সেট প্রস্তুত হয় তাহাই সর্বোৎকৃষ্ট বলিয়া মনে হয়। ইহাতে নিম্নলিখিত দ্রব্যান্ত্র প্রয়োজন হয়।

১। একটি দৃঢ় কয়েল হোল্ডার। ২। একটি ৫০ কি ৭৫ নং কয়েল (আই-গ্রানিক) ৩। একটি পরিবর্তনক্ষম বা ভেরিয়েবল কণ্ডেনসার—০০০৫ মাইক্রোফ্যারাড। ৪। একটি ক্রীষ্টাল ডিটেক্টর (ক্রীষ্টাল সহ) ৫। পাঁচটি টার্মিনাল। ৬। একটি

কণ্ডেনসার ০০১—০০২ মাইক্রোফ্যারাড। ৭। একটি হেডফোন বা টেলিফোন।  
৮। একটি ১০"×৬"×১" কাউন্টারতন্ত্র (ডনথ থার্মিস্টর) ৯। একটি ১০"×  
৪"×১" এবনাইন (ময়ূখের প্যানেল) ১০। উপযুক্ত বাত্ম। ১১। সংযোজনাদির  
জন্ত ইনসুলেটেড তাব। ৬০৬ চিত্রে সংযোজনাদি দর্শিত হইয়াছে।



চিত্র—৬০৬



চিত্র—৬০৭

ভালভ্‌সেট (Valve set)—সাধারণতঃ ভালভ্‌সেট দুইরকম বেতার বার্তা গ্রহণের  
জন্ত, অথবা নিকটের বার্তা সকলে শুনিবার নিমিত্ত লাভস্পীকার চালাইবার জন্ত  
ব্যবহৃত হয়। পূর্বেই বলা হইয়াছে ভালভ্‌ ডিটেইক্টরের কথ্য করিতে পারে। তাহা  
ছাড়া ক্রীষ্টাল বা ভালভ্‌-ডিটেইক্টরের পরে বা আগে ভালভ্‌ যোগ করিয়া যন্ত্রের  
জোর বৃদ্ধি করা যাইতে পারে। ডিটেইক্টরের অধঃগ বসাইলে বহুদূরের বার্তা পাইবার  
সুবিধা হয়—পরে বসাইলে ডিটেইক্টরের সুদূর আওয়াজকে উচ্চতর করিয়া তোলে।

৬০৭ চিত্রে ক্রীষ্টাল ও ভালভ্‌ ডিটেইক্টরের পরে একটি ভালভ্‌ বসাইবার পদ্ধতি  
দর্শিত হইল। ইহার প্রযুক্তির তালিকা—১। ট্রান্সফর্মার ১:৩ বা বা ১:৫।  
২। একটি কণ্ডেনসার ০০১ বা ০০২ মাইক্রোফ্যারাড। ৩। ভালভ্‌ সীট (ভালভ্‌  
বসাইবার স্থান) ৪। ভালভ্‌ (পাওয়ার ভালভ্‌) ৫। গ্রিড ব্যাটারি (৩—  
৪৫—১ ভোল্ট) ৬। হাইটেনসান ব্যাটারি (৭৫—১০৮ ভোল্ট) ৭। লোটেনসান  
ব্যাটারি (২ বা ৪ ভোল্ট) ৮। রি-অস্ট্যাট বা ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্স। ৯।  
তার, তার কাঠ, প্যানেল, টার্মিনাল, বাত্ম, ইত্যাদি।

ভালভ্‌ ব্যবহার করিতে হইলে সাধারণতঃ ২টি ব্যাটারি প্রয়োজন হয়। একটি  
অধিক ভোল্টেজ বিশিষ্ট ব্যাটারি (৪০—২০০ ভোল্ট) আর একটি অল্প ভোল্টেজ

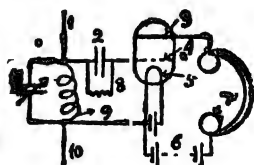
বিশিষ্ট (২, ৪ বা ৬ গোল্ট) ব্যাটারি, ডিটেক্টরের পরে ভালভ বসাইতে হইলে আর একটি (১১—১২ গোল্ট) ব্যাটারি প্রয়োজন হয়, ইহার নাম গ্রিড (Grid) ব্যাটারি।

সাধারণ ভালভ দেখিতে প্রচলিত বৈদ্যুতিক প্রদীপের বাবেব মত। উহার ভিতর হইতে যথা সম্ভব বায়ু বাহির করিয়া লওয়া (vacuum) হয়। সাধারণ ভালভের চৌ 'প্রং' (Prong) বা পায়ার মত টার্মিনাল আছে। দুইটির নাম ফিলামেন্ট প্রং। ভালভের ভিতরে ফিলামেন্ট দ্বারা এই প্রং দুইটি পরস্পরের সহিত সংযুক্ত। লোডেনসান বা অল্প ভোল্টেজ বিশিষ্ট ব্যাটারি দ্বারা এই ফিলামেন্টটিকে উত্তপ্ত করা হয় এবং কোন কোন ভালভে ইচ্ছাশক্তি উত্তপ্ত হয় যে আলোক ও নির্গত হয় অর্থাৎ উহা প্রদীপ্ত হয়। যে ফিলামেন্ট প্রং এর সহিত লো-টেনসান ব্যাটারির নেগেটিভ সংযুক্ত হয় তাহার সহিত হাই টেনসান ব্যাটারির নেগেটিভও সাধারণতঃ সংযুক্ত হয়। আর যে দুইটি প্রং আছে তাহার মধ্যে একটি ভালভের মধ্যস্থিত একটি প্লেটের সহিত সংযুক্ত করা থাকে। সেই প্লেটটি ফিলামেন্টের কিছু উপরে বা কিছু দূরে পার্শ্বে অবস্থিত থাকে। এই প্রংটির নাম প্লেট-প্রং (Plate Prong)। আর একটি প্রংএর সহিত একটি জালতি সংযুক্ত আছে—ইগ প্লেট এবং ফিলামেন্টের অন্তরী অবস্থিত। এই প্রংএর নাম গ্রিড-প্রং (Grid Prong)। ভালভ ডিটেক্টরের কার্য করিলে গ্রিড-প্রং এরিয়াল গ্রিড লীক ও গ্রিড কন্ডেসারের সহিত সংযুক্ত হয়। অ্যাম্প্লিফায়ারেব (amplifier) এর কার্য করিলে গ্রিড ব্যাটারির নেগেটিভ পোলের সহিত ট্রান্সফর্মার এর সেকেন্ডারীর মধ্য দিয়া সংযুক্ত হয়। গ্রিড ব্যাটারির পজিটিভ পোল ফিলামেন্টের নেগেটিভে সংযুক্ত হয়।

লোডেনসান ব্যাটারি হইতে বিদ্যুৎ প্রবাহ ফিলামেন্ট দিয়া যাইবার সময় ফিলামেন্ট উত্তপ্ত হইলে ইলেক্ট্রন (Electron) সকল পজিটিভ পোটেনশ্যাল যুক্ত প্লেটে চালিত হয়। যাইবার সময় গ্রিড লক্ষণ করিয়া যাইতে হয়। অতএব ই গ্রিডে যদি কোন একটানা স্পন্দন বা পরিবর্তনশীল স্পন্দন থাকে তাহা হইলে ইলেক্ট্রন প্রবাহ সেই স্পন্দন দ্বারা নিয়ন্ত্রিত হইবে। অতএব তদনুযায়ী অজ্ঞাধিক ইলেক্ট্রন যাইয়া প্লেটের পজিটিভ আয়নকে নাশ বা নিউট্রালাইজ (Neutralize) করিবে। অতএব হাই-টেনসান ব্যাটারি হইতে তদনুযায়ী অজ্ঞাধিক কারেন্ট বাহ হইবে। অতঃপর ব্যাটারি ও প্লেটের মধ্যে যদি একটি টেলিফোন যোগ করা যায় তাহা হইলে সেই H.T. বিদ্যুৎ প্রবাহের অজ্ঞাধিক্যতা বেতার যন্ত্রকে প আমাদেব কর্তে প্রতিলব্ধিত হইবে।

৬০৮ চিত্রে একটি সাধারণ একভালভ গ্রন্থ যন্ত্রের বিবরণ প্রদত্ত হইল, ইহাতে—

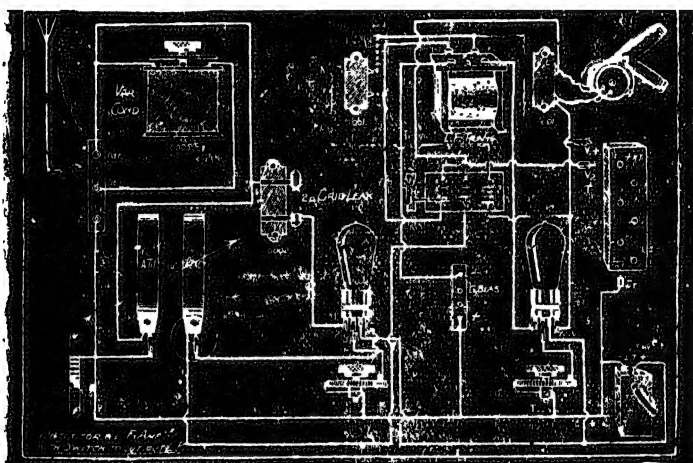
- |                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| ১। এরিয়াল        | ৬। হাইটেনসান ব্যাটারি         |
| ২। '০০০০ কন্ডেসার | ৭। টেলিফোন                    |
| ভালভের            | ৮। গ্রিডলীক বা রেজিস্ট্যান্স  |
| ৩। প্লেট          | ৯। কয়েল                      |
| ৪। গ্রিড          | ১০। ভূ-সংলগ্নতার বা অর্থ অয়র |
| ফিলামেন্ট         | ১১। পরিবর্তনক্ষম কন্ডেন্সার   |



চিত্র -

দুই ভালভ গ্রহণ যন্ত্র :—ইহা দুই প্রকারের হইতে পারে, যথা—(১) এক ভালভ ডিটেক্টর ও অস্ত্র লো-ফ্রিকোয়েন্সি এম্প্লিফায়ার, অর্থাৎ স্বর বাড়াইবার ব্যবস্থা সম্বলিত ভালভ ডিটেক্টর, অথবা (২) এক ভালভ হাই-ফ্রিকোয়েন্সি এম্প্লিফায়ার ও অস্ত্র ডিটেক্টর, অর্থাৎ গৃহীত ক্ষীণ শক্তিকে গ্রহণ ভালভের পক্ষে 'কাথোপযোগী' করিবার ব্যবস্থা তৎসহ গ্রহণ ও ডিটেকশনের ব্যবস্থা সম্বলিত। প্রথম যন্ত্রদ্বারা যেতার বার্তাকে অধিকতর উচ্চঃস্বরে বাহির করা যায় এবং দ্বিতীয়টির সাহায্যে বহুদূরের ট্রান্সমিটিং স্টেশনের ক্ষীণ শক্তিকে পরিবর্দ্ধিত করিয়া শ্রবণযোগ্য করা যায়।

৬.১১ চিত্রে পঞ্চম যন্ত্রটির এবং ৬.১২ চিত্রে দ্বিতীয় যন্ত্রটির সংযোজন প্রদত্ত হইল।

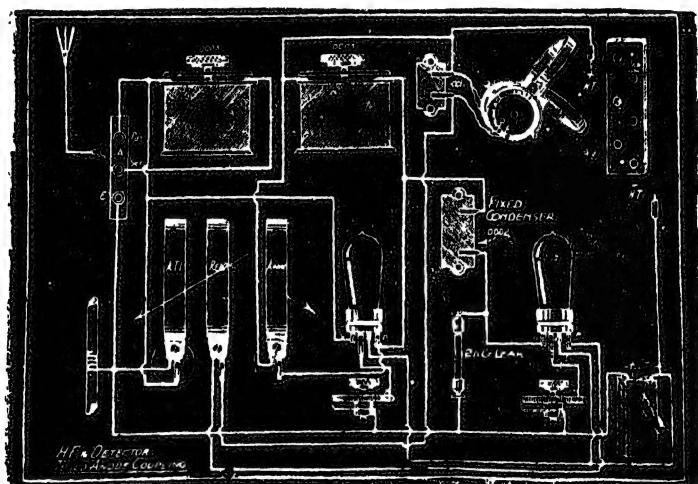


চিত্র—৬.১১

প্রথম যন্ত্রটির আবশ্যকীয় ব্যবহার তালিকা—১। একটি ১০০৫ ভোল্টের বেল কন্ডেন্সার ২। একটি ডবল কয়েল হোল্ডার ৩। একটি ৭৫ ও একটি ৫১ নং কয়েল ৪। দুইটি ভালভ সীট—৫। দুইটি ভালভ—একটি ডিটেক্টর ও অস্ত্রটি পাওয়ার ৬। একটি গ্রিড লীক—৭। মেগোম ৭। একটি গ্রিড কন্ডেন্সার (০.০০৩ মাইক্রোফ্যারাড) ৮। ট্রান্সফর্মার (১:৩) ৯। দুইটি কন্ডেন্সার—০.০০১ মাইক্রোফ্যারাড ১০। দুইটি ফিল্যামেন্ট রিঅস্ট্যাট ১১। নয়টি তারামনাল ১২। দুইটি ওয়াটার প্রাগ ১৩। টেলিফোন বা লাউড স্পীকার—রেজিস্ট্যান্স ২০০০-৪০০০ ওম আর বাস্ক. প্যানেল, বেসবোর্ড, টারমিনাল ব্লক, ইত্যাদি ও (ক) হাই টেনসান ব্যাটারি (৬—১২০ ভোল্ট (খ) লো টেনসান ব্যাটারি, ভালভ অংশী ২, ৪, বা ৬ ভোল্ট (গ) গ্রিড ব্যাটারি ১। হইতে ৯ ভোল্ট এবং একটি ডবল পোল থ্রী স্লিট এই যন্ত্রে ব্যবহৃত হইয়াছে, ইহা দ্বারা ইচ্ছামত একটি মাত্র ভালভ বা দুইটি ভালভই ব্যবহৃত হইতে পারে।

দ্বিতীয় যন্ত্রের আবশ্যকীয় দ্রব্যের তালিকা—

১। একটি '০০০৫ ডেরিয়েল কন্ডেন্সার ২। একটি '০০০৩ ৩। একটি তিন কয়েল হোল্ডার—বা একটি ডবল কয়েল হোল্ডার ও একটি সিঙ্গেল কয়েল হোল্ডার  
৪। তিনটি কয়েল—একটি ৭৫ অম্পি দুইটি ৫০ ও ৪০ হইলে চলিতে পারে। (যন্ত্রে বসাইয়া কোন নম্বরের কয়েল ভাল লাগিবে ঠিক করাই বিধেয়। ৫। একটি ১ মেগোম গ্রিডলোক। ৬। একটি '০০০৩ মাইক্রোফোয়ারড কন্ডেন্সার। ৭। দুইটি ভালভ—একটি H F অম্পিটি H F or D ৮। দুইটি ভালভ সীট ৯। দুইটি ফিলামেন্ট রেজিস্ট্যান্স ১০। ১টি টার্মিনাল ১১। টেলিফোন বা হেডফোন ১২। '০০১ কন্ডেন্সার। তার, বাস্র, প্যানেল ইত্যাদি ও (ক) হাইটেনসান ব্যাটারি ৪০৪৫ ভোল্ট (খ) লো-টেনসান ব্যাটারি, ভালভ হিসাবে ২, ৪ বা ৬ ভোল্ট।



চিত্র—৬১০

তিনভালভ যন্ত্র প্রস্তুত করিতে হইলে ৬০৯ ও ৬১০ চিত্রে বর্ণিত যন্ত্রে ৬০৭ চিত্রে বর্ণিত যন্ত্র যোগ করিয়া দিও হইবে। যেখানে ফোন বসিবার কথা সেখানে হইতে ৬০৭ চিত্রের INPUT আরম্ভ হইবে। আর হাইটেনসান ব্যাটারির সঙ্গে লোটেনসানের যে ডট বা কোটা দেওয়া লাইন টানা থাকে সেইটা সংযোগ করিতে হইবে না। লাউড স্পীকার ভাল রকম চালাইতে হইলে ৬০৯নং চিত্রে বর্ণিত যন্ত্রের সহিত ৬০৭নং চিত্রে বর্ণিত যন্ত্র সংযুক্ত করিয়া দিলেই সর্বোৎকৃষ্ট হইবে তবে যে কোন অবস্থায় ২টি ট্রান্সফর্মারের প্রাইমারী ও সেকেন্ডারীর মধ্যে সম্বন্ধ ১/২ বা ১/৩ এর অধিক না হয়, অন্ততঃ শব্দের বিকৃতি ঘটে।

## নির্ঘণ্ট

অগ্নিশুষ্কি রস	২৩৪	আপেক্ষিক গুরুত্ব	৫৭২
‘ ‘ উন্মোচন কালীন	১৬৪	আভ্যন্তরিক শপে পতিত পি, ডি	১১০
অগ্রতা বা লীড	২৩৪, ২৩৫	আমপেরার	১১০
অগ্রতার কারণ	২৩৫, ২৩৭	‘ ‘ পাক	১৪৪
অদৃশ্য তাপ	৪৭৯	‘ ‘ নিহম	১৩৬
অর্ধ কণ্টার	৫৮	আমিটার	৩৩৭, ৩৩৮, ৩৩৯,
অনুমান, আনবিক	২৬	‘ ‘ কয়েল বর্ণনশীল	৩৪২
‘ ‘ চুম্বকত্বের	২৬, ১৪৫	‘ ‘ ডায়নামো মিটার টাইপ	৩৪৩
‘ ‘ বৈদ্যুতিক	২৭	‘ ‘ লিপি বদ্ধ কারী	৩৩৭
‘ ‘ সম্ভাবনের	৬৬,	‘ ‘ লৌহ বর্ণনশীল	৩৪৩
‘ ‘ সেলের	৮৩	‘ ‘ হট অরার	৩৪০
অপরিচালক	৫৭	আম্পেরার আওতার মিটার	৩৩৮
অবনতি	১৬	আর্গ	৪৬৯
‘ ‘ রেখা, সম	১৭	আরাগোর চাক্তি	১৬৬
‘ ‘ হীন রেখা	১৭	আম্পেরার	১৮৭, ১৮৪, ২৪৩
‘ ‘ পরিবর্তন	১৭	‘ ‘ ক্রস কানেক্টেড	২১২
‘ ‘ মান	১৮	‘ ‘ খাঁজ বা দাঁত বিশিষ্ট	২১৪
‘ ‘ বিভিন্ন স্থানের	১৯	‘ ‘ চাক্তি বা ডিস্ক	২০৩, ২১৫
অস্থিতি প্রবণ হ্রচ	২৩	‘ ‘ ঢুকা বা ড্রাম	২০৩, ২১৩, ২২৬
অল্টার্নেটার	৪৪৩	‘ ‘ বলয় বা রিং	২০৩, ২০৯
অধারি	৩৬৩	‘ ‘ বন্ধুর বা স্মৃদ	২১৪
‘ ‘ ক্রীট	৩৬৫	‘ ‘ তার জড়াইবার পদ্ধতি	২১৬
‘ ‘ কাঠ বা উড্ কেসিং	৩৬৫, ৩৬৯	আড় চুম্বকদ্ব	২৩৬
‘ ‘ কনডুইট	৩৬৫, ৩৭০	আয়ন	১২৬
‘ ‘ গেড্ কন্ডার্ড	৩৭১	ই, এম, এফ,	৮১, ১০৯
আইসো-ক্রিনিক লাইন	১৭	‘ ‘ সম্ভাবিত	১৫৫, ১৬০,
‘ ‘ গণিক	১৩	‘ ‘ পরিমাপ	৩৩৪, ৪৪০
‘ ‘ ডিনামিক	২০	‘ ‘ ব্যাক বা কাউটার	২৫৪, ২৫৫
আকর্ষণ ও নিক্ষেপন বলের নিয়ম	৫৯	ইন্ড্রিনের বৈদ্যুতিক পরীক্ষা	৪৮৮
আপেক্ষিক উত্তাপ	৪৭৫, ৪৭৬	ইনহলেটার	৫৮

ইনহুলেশান	৩৬৪	এনোড	১২৬
ইনক্রিনেশান কম্পাস	৭৮	এক্সিসিয়েন্সি	২৪২
ইন্ডাকশান	২৪, ৪৮	এক্স সেল	৩০৮
.. ইনভাস	১৫৯	এভার সেডের ওম মিটার	৩২৭
.. ডাইরেক্ট	১৬০	.. ডাক্টার	৩০৩
ইনডিউসড কারেন্ট	১৫৩	.. মেগার	৩২৯
ইলেক্ট্রোস্ট্যাট. গোল্ড লীফ	৬২	এব সলিউট জিরো	৪৮০
.. পিথ বল	৫৫	.. টেম্পারেচার	৪৮০
ইলেক্ট্রাইড	১২৬	এরন ব্লক মিটার	৩৪৬
ইলেক্ট্রো-মিটার	১১০	এরার কার্গো	২২
.. -লাইট	১২৫	.. কোয়ড্রাস্যাল	২২
.. -লিসিস	১০৫, ১২৮	.. সেমি সাকুলার	২২
.. -টাইপ	১৩২	.. শীলিং	২২
.. প্লেটিং	১৩৩	এলার্ম, ফায়ার	৩৫১
ইয়র্ড	৪৬৫	.. বাগলার	৩৫০
ইয়োক	১৮৩	এক্সটিক পেয়ার বা ম্যাগনেট	১২৩
উৎপাদক	১৭৯	ওজন	৪৭১
উত্তাপের উৎপত্তি স্থান	৪৭৬	ওজার কম্পাউণ্ড	১২৫
উত্তেজক	৮২	.. লোড রিলীজ	২৬৭
উত্তেজনা, পৃথক	১৮৩	ওম	২৫
.. স্বীয়	১৮৩	ওমস ল	১১১
.. রজি কয়েলের	১২৩	ওয়াট	৪৭০, ৪৮৮
উত্তর স্পর্শ	২৯	.. মিটার	৩২৬, ৩৪৪
.. একক ভাগের	৪৭৫	.. .. লিপি বন্ধকারী	৩৩৭
.. অয়িতন	৪৬৭	ওয়াট ও ওয়াটলেস কারেন্ট	৪৩৭
.. স্থান	৪৬৭	ওয়াটিং. আর্মেচার	২১৬
.. স্বতঃসিদ্ধ	৪৬৫	.. ওয়েভ	২১২, ২২৭
এক ভাব ভোল্টেজ	২৫১	.. ট্রিপ্পল	২২৯
একমুলেটার	৮১, ২৮৯	.. ড্রপ্পল	২২৯
এক স্পর্শ	২৮	.. কর্ভার	২৩০
এক্সিস চুম্বকের	৮	.. বার	২৩০
এক্সিক লাইন	১৭	.. লুপ	২২৭
এগনিক	১৪	.. ল্যাপ	২২৮, ২২৭
এডপ্টার	৩৭৪	ওয়ার্ক মপ ক্রক	৩৭৫
এনার্জি মিটার	৩৩৮	কণ্ট্যাক্ট ব্রেকার ও ব্রেকার, অটো টিক	
এনিয়ন	১২৬		১৬৮



কনভার্টার	৪৪২	গতি পরিবর্তন	৪৬৮
কণ্ডেনসার	৭০, ১৬২	গতি	২৫৩
কম্পারিজান প্রণালী	৩২১	গতির হ্রাস বৃদ্ধি. সান্ট মোটরের	২৬৩
কম্পনশীল কয়েল, রপেটের	১৪৮	গলন বা মেল্টিং	৪৭৭, ৪৭৮
কমিউটেটর	১৮০, ১৮২, ২৩০	„ এর প্রবাহ	১০৫
কল	৪৭০	গাঢ়তা বা ঘনতা	৪৭১
কলের পারকতা	৪৭১	গ্র্যাম	৪৬৪
কয়েল, প্রাইমারী	১৫২, ১৬৭	গিল্ডিং বা গিল্টি করা	১৩৩
„ সেকেন্ডারী	১৫২, ১৭০	গেজ, অয়ার মেগস্ ক্যালকুলেটিং	১০৭
„ সম্ভাবন হীন	১৬৬	„ তারের	১০৩
„ ইণ্ডাকশন—ভাইব্রেটিং	১৬৭	গ্যালভানোফোপ	৩১৪
„ „ নন্ ভাইব্রেটিং	১৭২	গ্যালভানোমিটার	৩১৪
„ চোফিং	৪৩২	„ অধিক বাধা বিশিষ্ট	৭১২
কাজ	৪৬২	„ আর্টন ও ম্যাথাব	৩১২
কারেন্ট	১৮০	„ কেলভিনের মিরার	৩১৭
„ এডি বা ফুকো	১৬০, ২০০	„ ট্যানজেন্ট	৩১৪
„ অলটারনেটিং বা পরিবর্তনশীল	২০৫	„ ডিপ্রেজ ও ডি'আবসনভ্যাল	৩১২
„ কন্সটিনউয়াস	২০৬	„ বালিস্টিক	৩২০
„ পালসেটিং	২০৬	„ মূর্ভিং কয়েল	৩১৮
„ সরবরাহ	৪১৭, ৪৬০	„ সাইন্	৩১৫
কাট আউট, ফিউজ	৩৭৩	„ সাধারণ	৩৬
„ ম্যাক্সিমাম	৩১৩	ঘনীভবন বা কণ্ডেনসেশন	৪৭৭, ৪৭৮
„ মিনিমাম	৩১২	ঘর্ষণ বা ফ্রিকশন	৪৭২
ক্যাথোড	১২৬	ঘূর্ণন গতি পরিবর্তন, ডাঙ্কনামোর	২৪২, ২৫১
ক্যালরী	৪৭৫	„ „ মোটরের	২৭২
কুলধ	৬০	চলন	৪৬৭
„ মিটার	৩৭৮	চার্জ-ল	৪৭৯
কেজ স্কুইরেল	৪৫৫	চাপ বা প্রেসার	৫৩, ৪৭২
কেটিয়ন	১২৭	চাপ পরিবর্তন হার	৪৮০
কোয়টিটি মিটার	৩৩৮	চাপমান বা ব্যারোমিটার	৪৭২
কো এক্সিয়েন্ট অব ফ্রিকশন	৫৭৩	চার্জ, +, -,	৫৪
ক্যাণ্ডল পাওয়ার	৩৭৭	চুষক ও চুষকত্ব	৬
ক্রম পথন	৪৮২	„ ধন্দ	৭
ক্রস ম্যাগনেটিজম্	২৩৬	„ দৈর্ঘ্য	৮
খাঁজ, খোলা, বন্ধ, প্রায় বন্ধ	২১৪	„ করণের কল	৩৩
গতি	৪৬৮	„ বল ও চুষকীভবন	৪৩

চুষক করণ চক্র	৪৮	ডায়নামো কম্পাউণ্ড	১৮৪, ১৯৪
„ টান	৫২	„ সাফট	১৮৪, ১৯১
„ নাশন	৫১	„ সিরিজ	১৮৪, ১৮৮
„ করণ পদ্ধতি	৩৮	„ রোজেন বার্ল	১৫১
„ „ ভূ-চুষক ঘারা	২৯	„ 'র রোগ	২২৪
„ „ „ বিদ্যুৎ প্রবাহ ঘারা	৩১	ডায়গ্রাম, এণ্ড ভিউ	৩১৭
„ বলের নিয়ম	১০	„ ডেভিলাপ্‌ড	২১৭, ২২৯, ২৩০
„ পথ রোধ	৩৯	„ রাডিয়াল	২১৭, ২২৭
„ নাশক ফাঁস	২৫৬	ডায়নামো টেক্স	১৪৬
„ বৈদ্যুতিক	৩১, ১৪৩	ডিগ্রী সেক্টিগ্রেড, ফারেনহিট রোমার	৪৭৪
„ „ নিয়ম	৩২		৪৭৫
„ বল	১৩৬	ডিপোলারাইজার	৮৩
„ রাজ্য	৩৩-৪১	ডিপোলারিজেসন	৮৬
চুষকত্ব, অবশিষ্ট	৪৯	ডিফারেন্স প্রণালী	৩৫৬
„ „ নাশ	৩২	ডিফারেন্স টাইজিং বেল্ট	২৩৬
„ „ প্রয়াস	৪৬	ডেউ অয়ার বা মৃত-তার	২১২
চৌর্য প্রভৃতি গৃহে প্রবেশ সঙ্কেত	৩৫০	তত্ত্ব	৪৩, ৪৭৪
জাংসান বক্স	৩৬৮	„ মান বা থার্মোমিটার	৪৭৬
জুল	৪৭০	তাপ	৪৭৪
জুলস-ল	১২০	„ ধারণ ক্ষমতা	৪৭৬
জেনারেটর	১৭৯, ৪৪৬	„ বল বিজ্ঞান	৪৭১
টর্চ লাইট	১২২	তাপের ফল	৪৭৬
টারবাইন	৪১২	তার, আর্গুচার কয়েলের	২৩০
টেম্পারেচার	৫৩	„ থাটান	১৬৩
„ কোইফিসিয়েন্ট	৯৮	„ কাঠের কেসিং ঘারা	৩৬৯
টেলিগ্রাফ	৩৫২	„ „ ক্লাট	৩৬৫
„ ডুপ্লেক্স	৩৫৫	„ লৌহের পাইপ	৩৭০
টেলিফোন	৩৫৭, ৩৬১	„ „ সীসার	৩৭৫
টেলিফোনে ডাকিবার উপায়	৩৬১	„ জলময় বা সাবমেরিন	৩৫৭
ট্রান্সফর্মার	৩৪১, ৪৩৪	„ টেলিগ্রাফের	৩৫৬, ৩৫৭
ডাই-ইলেক্ট্রিক	৭১	„ ফ্লেক্সিবল	৩৭৫
ডাইন	৪৬৯	তালিকা, গুণন	৪৬৬
ডায়নামো	১৭৯	„ দৈর্ঘ্য	৪৬৬
„ আদিম কার্যাবলী	১৮১	„ বাধা	২৬
„ ই, এম, এক, হিসাব	২৪০	„ গুণক	১০৬
„ ইন্টার পোল	২৩৯	„ ধারাত্বকরণ	৪৬৭

তালিকা সময়	৪৬৬	পিচ, সংযোজনের	২১৭
.. সেল		.. ক্রট	২১৭
.. তারের গেজ		.. ফরওয়ার্ড	৩১৭
তুলনা, মিরিজ ও মাণ্ট য়েটরের	২৬২	.. ব্যাক	২১৭
থার্মোষ্ট্যাট	৩৫১	.. ওয়ার্ড	২১৭
দক্ষিণ হস্ত নিয়ম	১৫০	পিচ্ছিল পদার্থ—	৪৭৪
দিও, নির্ণয় যন্ত্র	২০	পি, ডি,	১২২
দোষ, টেলিগ্রাফ লাইনের	৩৫৭	পুন্	৩৪৮
ধাক্কা	৪৬৮	পোটেনসিওমিটার	৩৩২, ৩৩৬
ধারণ ক্ষমতা	৬২	পোটেনসিয়াল	৫৪, ৬০
.. গোলকের	৬২	পোল	৮
.. সামর্থ্য	৪৫	পোলারিজেশান্	৮০, ৮৩, ৮৫
নন কণ্ডাক্টর	৫৮	পোলিফিস বক্স	৩২৪
নাল প্রণালী	৩৫২	পৃথক স্পর্শ	২৯
নাসট ল্যাম্প	২৫২	প্যাচের তালিকা	৪৯০
নিখল স্থান বা নিউটালজোন	২৩৪	প্যারাম্যাগনেটিজম্	১৪৬
নেতৃ প্রস্তুত	৬	প্রতিক্রিয়া, আর্মেচারের	১০৫, ১৮৭, ২৭০
নো ভোল্ট রিলীজ	২৬৬	প্রবাহ	৭৮, ১১০
পরিবর্তক বা ট্রান্সফরমার	১৭২, ৪৩২	.. কৌণিক	১৪৮
পরিচালক বা কণ্ডাক্টর	৫৭, ৫৮	.. পরিমাপ	১৩২, ৩৩৬, ৪৪০
পরিমাপ মাপক	৩৪৯	.. বাড়তি বা একটু	১৬৩
.. সম্পর্কীয় নিয়ম	১২৯	.. সমান্তরাল	১৪৭
পরিমাপক যন্ত্রাদি	৩৩৭	.. সম্ভাবিত	১৫৩
পরিমাপ		.. পরিবর্তনশীল	২০৫, ৪২৭
পরীক্ষক যন্ত্র	৩১৪	.. সমজাব	২০৬, ২০৯
পয়েন্ট	৩৭৩	.. স্পন্দন শীল	২০৬
পল্চাৎ ভবন, ব্রাসের	২৭১	প্রবাহের উপর চুম্বকের কল	১৪৯
.. ফাঁস	৫১	.. চুম্বক রাজ্য	১৩৮, ১৪১, ১৪২
.. রেখা	৫০	প্রবাহ দ্বারা চুম্বকের ঘূর্ণন	১৩৮
পাউণ্ড	৪৬৬	প্রবাহন	৪৮২
পাউণ্ডাল	৪৬৯	প্রসারণ	৪৮২
পাওয়ার ফ্যাক্টর	৪৪১	প্রাথমিক, চুম্বকী ভবনের	৪৩
পার্মি এবিলিটি	৩৯	প্রাথমিক সাহায্য	১০০-১০০
পারকতা	২৪২, ২৪৩ ২৬০	প্রেরণ ক্ষমতা	৩৯, ৪৫, ৪৭
.. ডায়নামোর	২৪২—২৪৪	ক্রক প্লেন	৭৪
.. মোটরের	২৫৮—২৬০	প্লাপ	৩৭৪

গ্রাং, রাওরাল	৩৬৭	বামহস্ত নিয়ম	১৫০
.. লো-টেনসান্	১৬৩	বালৈ র চক্র	১৫১
কারায় ইন্ডিকেটর	৩৫১	বাল্পীভবন বা ভেপোরিজেশন্	৪৭৭, ৪৭৮
ফিউজ	৩৬৮, ৩৭৩	বিদ্যুৎ	২, ৩
ফিউজিং কারেন্ট	১০৫	.. স্বজন	৫৪
ফিল্ড কয়েল	২০১	.. স্বাধীন	৫৮
ফীডার	৩৭২	.. বন্ধ	৪৮
ফু-পা-সে প্রণালী (F.P.S. system)	৪৬৭	.. স্থানীয় বা বর্ষণজাত	৫৫৩
ফেজ ডিকারেক্স	৪৩৪	.. মাপক	৩৩৮
ফ্যারাড	৬৯	.. উৎপাদক যন্ত্র	৭৭
.. মাইক্রো-	৬৯	.. চালক বল	১০৯
ফ্রিজিং পয়েন্ট	৪৭৮	.. এর আবাস	৭৪
ফ্লাগ ও ফ্লাস্ক ডেনসিটি	৩৬, ৪৪	.. রকম ও কাঠাবলী	৫৮
ফ্লাশ পয়েন্ট	৪৮৪	বিরাগ	১৩, ১৪, ১৫, ১৬
ফ্রাসার	৩৮২	বিরাগমান	১৫
.. থান্ডাল	৩৮৩	বিখারণ হার	৪৭৭
.. মোটর চালিত	৩৮৩	.. দ্বারা কাঠ	৪৮১
বল	৪২৯	বিক্রপবর্ণ নিয়ম	১০, ৩৫, ৩৭
বলরেখা, চুম্বক	৩০	বিশেষজ্ঞ রেখা	১৯৫, ১৯৬
.. .. সংখ্যা. মেকুর	৩৫	বুটোর	৪২৬
.. রাজ্য	৩৪	.. রিভার্সিবল	৩০৮
.. বিহীন স্থান	৪১	বেগ	৪৬৭
কয়েলস-ল	৪৭৯	বেড প্লেট	১৮০
কয়েলিং পয়েন্ট	৪৭৮	বেল	৩৪৮
বাতি	৩৭৬	.. কন্টিনিউয়াস রিস্কিং	৩৪৯
বাধা	৯৫	.. পোগারাইজড বা ম্যাগনেটো	৪৯
.. কার্বন ও অপরিচালকের	৯৯	বৈদ্যুতিক উদান	১২২
.. মিশ্রধাতুর	৯৮	বৈদ্যুতিক অবরোধ	৭৪
.. পরিবর্তনীয়	১৯৩	.. জড়তা	১৫৬
.. পরিমাপ	৩২০	.. শক্তি ব্যবহার, আলোকরূপে	৩৭৬
.. .. গুরু	৩২৪, ৩৩৫	বোর্ড অব টেড ইউনিট	৩৩৮
.. .. লঘু	৩২৫, ৩৩৫	ব্যাটারি	১১৩-১১৮
.. বস্তুগত	৯৫	.. ভাসমান	১৪২, ১৫২
.. হিসাব	১০০	.. সুইচ	৩১০
বাধার নিয়ম	৯৫	ব্যাক-টারনন্ বা বিপরীত পাক	২৩৬
.. উপর তাপের কল	৯৭	ব্রাস বা বৃক্ষ	১৮০, ২৩১-২৩২

# বদ্যুৎ-তত্ত্ব শিক্ষক

ব্রাস হালডার	২৩২	যেম	৩৭২
.. রকার	২৩২	মো (Mho)	২৭
ব্রাক	৩৭২	মোটর	২৫০
ব্রিজ মেগার	৩৩০	.. ইণ্ডাকশান	৪৫৩
ব্রিজ সিস্টেম	৩৫৫	.. কমিউটেটর	৪৫২
ব্রিজিং	৩৭০	.. কম্পাউণ্ড	২৬১
ব্রিটিশ থার্মাল ইউনিট	৪৭৫	.. সার্কিট	২৬২
ব্রেক স্পার্ক	১৬৪	.. সিরিজ	২৬১
ব্রেক টেস্ট	৪৮৭, ৪৮৮	.. ম্যাগনেট	৩৩৮, ৩৪৭
ভল্টমিটার	১২৬	.. ম্যাগনেটিক ইন্ডাক্টর	৬
ভূ-চুম্বক	১২	.. ম্যাগনেটিক ইন্ডাক্টর	১৭
ভোল্টমিটার	১১১, ৩৩৭-৩৩৯	.. ম্যাগনেটো	১৭৩
.. কয়েল ঘূর্ণনশীল	৩৪২	.. লো-টেনসান	১৭৫
.. হট জারার	৩৪০	.. পোলার ইনডাক্টর	১৭৬
.. লিপিভদ্ধকারী	৩৩৭	.. রোটটিং আর্মেচার	১৭৬
.. লৌহ ঘূর্ণনশীল	৩৪৩	.. স্লিড ইনডাক্টর	১৭৭
.. ডায়নামোমিটার টাইপ	৩৪৩	.. হাই-টেনসান	১৭৫
ভোল্টেজ পতন	১৮৭	রক্ষক	২৬
স্বচালক	৪৭১	রক্ষণ ক্ষমতা	২৫
সর্ব প্রণালী	৩৫৩	রাজ্য কয়েল	২০১
.. প্রিন্টার	৩৫৪	রাজ্য চুম্বক	৩৩, ১৮৩
.. সাউণ্ডার	২৫	.. কলিকোয়েস্ট মেরু	১০৭
সাইক্রেম	১০০	.. এর মেরু খণ্ড	১২২
সাইক্রেমিটার	৩৫৯	.. সংখ্যা	১২৮
সাইকোকোন		.. ভোল্ট	৪৩
মিটার		রাজ্যের সহিত ব্রাসের সম্বন্ধ	১৮৫
মেরু	৮	রি-অক্ট্যাট	১৬৮
.. কলিকোয়েস্ট	৪১	রি-স্ট্যাট্যান	১৬৫, ১৬৬
.. দণ্ড	৮	রিটার্ণ	১৬৭
.. খণ্ড	২৬	রীলে	৩৫০, ৩৫৪
.. স্বজন	৪২	রেখা, চুম্বক করণ	৪৪
মেরুর স্থান	২, ১১	.. চুম্বকী ভবন	৪৬
.. কাঁধাবলী	২	.. সম্ভাবন	৪৫
মেনসুরেসান টেবল	৪২০	রেজিস্ট্যান্স	৪২০
মেশিটং পয়েন্ট	৪৭৮	রেজুলেটর	১২৩, ১২৪, ২৪৬
মেগার	২৭	.. অটোম্যাটিক সার্কিট	২৫১

রেগুলেটর, সিরিজ	২৬২	শক্তির অবহাণুর	৪
রেস করা	২৪৮	স্লাইড রেল	১৮০
লাইন অব ম্যাগনেটাইজেশান	৪৪	ষ্টার্টার	২৬২, ২৬৫
„ „ ইন্ডাকশান	৪৪	ষ্টার্টিং টর্ক	২৬২
লীড	৩৩৭	„ বাধা	২৬৮
লীডেন জার	৭৬	সংহার বল	৪২
লেড কন্ডারিং বাঁ সীসার পাইপ	৩৬৫	সংযোজক	২৬
লেজেন্স-ল	১৬৫	সংযোজন, সিরিজ	১১১
লেভেল	৫৩	„ প্যারালাল	১১২
লোক্যাল একশান	৮৬	„ কম্পাউণ্ড	১১৬
লেড স্টোন	৬	„ ব্রাসের প্যারালাল	২২৫
ল্যাম্প	৩৭৬	সমবদলি, রাসায়নিক	১৩০
„ আর্ক-	৩৭৬, ৩৮৪	„ বিদ্যুৎ „	১৩০
„ ইন্ডেক্সেস্ট ফিলামেন্ট	৩৭৭	সমবলরেখা	২০
„ কার্বন „	৩৭৭, ৩৮৪	সম বিরাগ রেখা	১৩
„ মেটাল „	৩৭৭, ৩৮৪	„ তাপবস্থা	৪৮১
„ শীল্ড	৩৭৬	„ তপ্ততাবস্থা	৪৮১
„ ক্যাপ—কু	৩৭২	সর্ট সার্কিট	৪০৫
„ „ গলারিং	৩৭২	সম্ভাবন	২৪, ৪৮, ৪৩০
„ „ বায়নেট	৩৭২	„ ভূচুম্বক দ্বারা	২২, ১৬৬
„ গ্যাস ফিল্ড	৩৭৮, ৩৮৪	„ চুম্বক „	১৫৭
„ পাইলট	২৪৮	„ কয়েল „	১৫২
„ বায়ু সংস্পর্শিত	৩৭৬	„ ফাঁসের মধ্যে	১৫৪
„ ব্র্যাকেট	৩৭২	„ অমূরূপ	১৬০
„ ভ্যাকুয়াম	৩৭৮	„ বিরূপ	১৫২
„ শেড	৩৮০	„ স্বীয়	১৬১
„ ষ্ট্যান্ড	৩৮০, ৩৮১	„ ক্ষমতা, বস্তুগত	৭২
„ হাক ওয়াট	৩৭৮, ৩৮৪	„ „ মধ্যগের	৬৬
„ হোল্ডার	৩৭২	„ হানিকর	২৫
ল্যামিনেটেড বাহুর অস্থবিধা	২০১	সাইন কার্ভ	২০৫
ল্যামিনেশান	২০০	সঞ্চিত কার্য, মোটরের	২৫৭
শক্তি	২, ৩, ৪৭০	সাব কীডার	৩৭২
„ কাইনেটিক	৩, ৪৭০	„ মেন	৪৭২
„ পোটেনশিয়াল	৩ ৪৭০	সাংকেতিক বৈদ্যুতিক চিহ্ন	৮০
„ মাপক	৩, ৪, ৬	সাবস্টিটিউশান এণালী	৩২১
„ রাসায়নিক	৪	সাকুলার মিল	১০১

পাট	১১৩	সেলের পরিচালক	৮২
.. বস্ত্র	১১৫	.. তালিকা	৮১
সিলভারিং	১৩৪	সেন্ট্রাল কারেন্ট সিস্টেম	৩৬১
সিলিং বোর্ড	৪৭৪	স্বয়ং মিল	১০০
সিঙ্কল নিউল প্রণালী	৩৫৩	স্ক্রু-নিয়ম	১৪০
সুইচ	৩৭৪	স্থান পরিমাপ	৪৬৭
সুচার সংযোগ	১১২	স্বাধী চুম্বক	২৫
সুচ কম্পাস	৭	স্থিতি	৪৬৭
সেটি-গ্র্যা-সে বা নি, জি, এস, সিস্টেম	৪৬৬	স্বিগসোনিয়ান দেবল	৪২১, ৪২৬
সেল	৮০	হব পাওয়ার	৪৭০, ৪৮৫
.. ওয়েস্টন	২৪	.. .. ইন্ডিকেটর	৪৮৬
.. প্রাইমারী	৮১	.. .. একচুয়াল	৪৮৬
.. সেকেন্ডারী	৮১	.. .. ব্রেক	৪৮৫
.. সাদা সিধা	৮৩	.. .. ও ইন্ডন	৪৮৫
.. ক্লার্ক	২৩	.. .. সিলিগু'র	৪' ২
.. ড্যানিয়েল	৮৮	হিট্‌রেবেমিস	৫১
.. বুনসেন	৬২	হোজাব	৩৭২, ৩৮০
.. বাইক্রেমিট	২১	থামিলটন পোল	৩৭২
.. একল্যাক	২০	হোয়েটটোন ব্রিজ	৩২২
.. লুক	২০	ক্ষণিক চুম্বক	৪৫
.. হেল্‌লেসেন	২১	ক্ষমতা	৪৭০
সেলের পরমাণু	৮১	.. বুদ্ধি, আমমিটার-ভোল্ট মিটার ৩৪	

সমাপ্ত।











